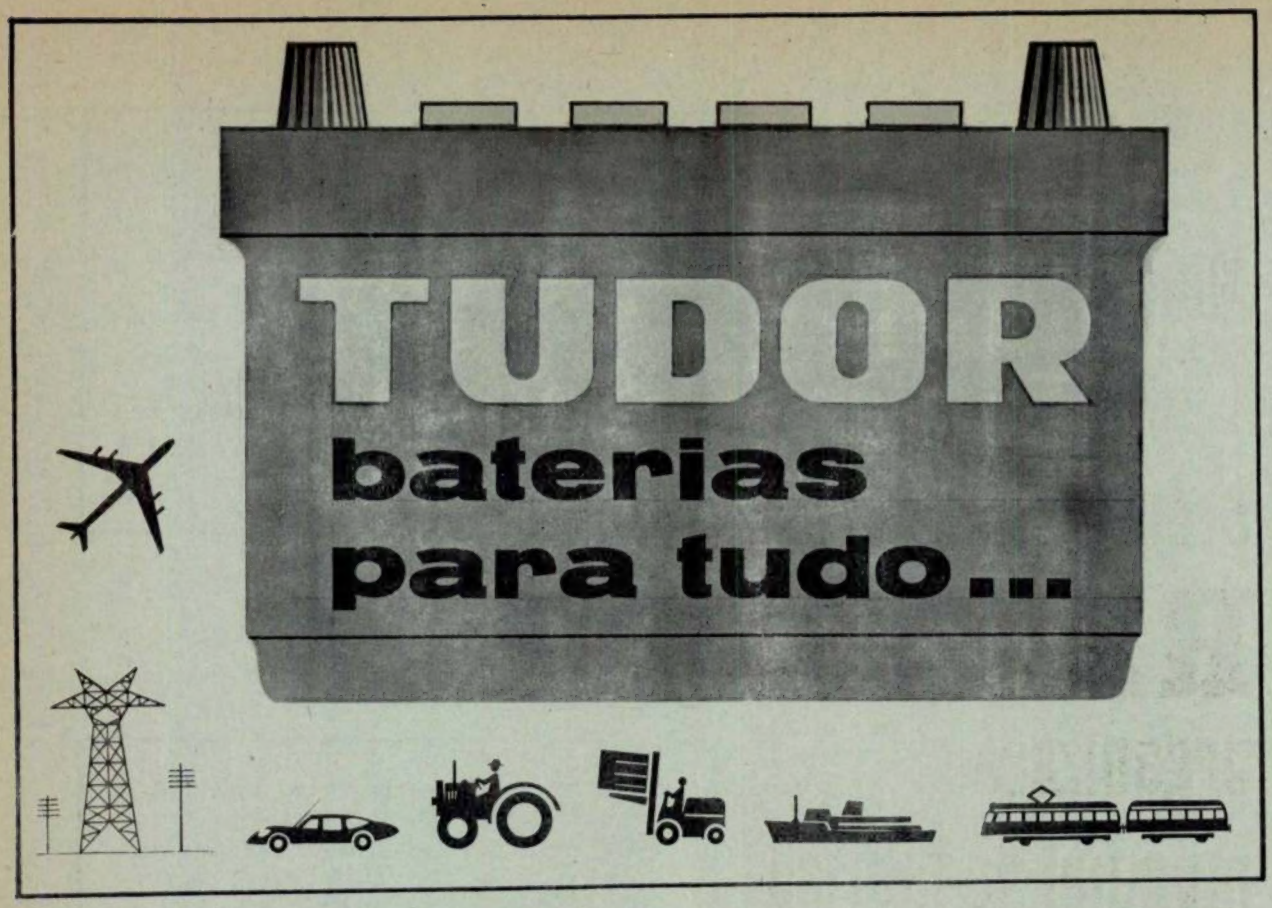




**PRISMA**

ARMADURAS
PRÉ-FABRICADAS
EM TODOS
OS TIPOS DE AÇO
PARA BETÃO

AÇO A 24
AÇO A 40
AÇO A 50
AÇO A 68

**PRISMA - Armaduras para Betão, SARL**
Rua D. Luís I, 20 — LISBOA 2
Telef. 67 01 76

COMPANHIA PORTUGUESA DE TREFILARIA, S. A. R. L.

trefilaço — A40 — $\sigma$ 0,2 = 40 kgf/mm²

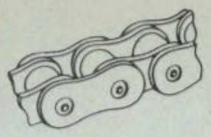
MALHASOL — A50 — $\sigma$ 0,2 = 50 kgf/mm²

AÇO BI — A68 — $\sigma$ 0,2 = 68 kgf/mm²

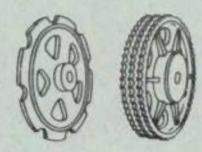
AÇOS DE ALTA RESISTÊNCIA
PARA BETÃO ARMADO

DIAL — GABINETE TÉCNICO
R. DO INSTITUTO INDUSTRIAL, 18-1.º Dt.º
TELEFONES 67 12 24/5 e 67 37 85 - LISBOA

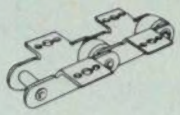
# Mais de 1000 produtos **RENOLD** da maior organização mundial no fabrico de correntes de precisão



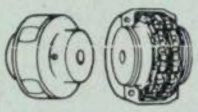
CORRENTES DE TRANSMISSÃO
De ¼" até 5" segundo as normas BS, DIN, AFNOR, ASA e API.



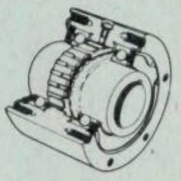
RODAS EM DEPOSITO
para uso com correntes RENOLD de transmissão e de transportadores.



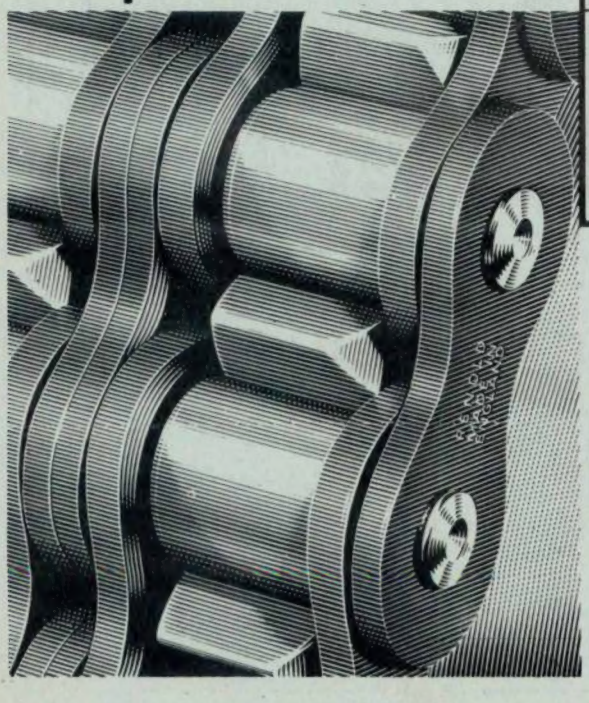
CORRENTES NORMAIS PARA TRANSPORTADOR
com adaptações para todos os fins. Gama 1.360 kg (3.000 libras) a 38.560 kg (85.000 libras).



UNIÕES DE ACOPLAMENTO
por Corrente, Cruzeta de Borracha e Disco Flexível até 2.500 CV.



EMBRAIAGENS
para rotação livre, movimento divisor e sem retrocesso.



*Para informações ou fornecimentos, escreva, visite ou telefone:*

**HARKER, SUMNER & Ca., Lda.**

**PORTO:** **38, Rua de Ceuta, 48**
*Apartado No. 162*
*Tel: 27054-P.P.C. (4 linhas)*

**LISBOA-2:** **14, Largo do Corpo Santo, 18**
*Tel: 324823-35124*

RENOLD LIMITED · SALES DIVISION
MANCHESTER · ENGLAND

C. D. U. 662.6 : 536.711

# ESTABELECIMENTO DE UMA RELAÇÃO ENTRE A TEMPERATURA DE COMBUSTÃO ADIABÁTICA DE UM FUEL-OIL DE COMPOSIÇÃO IDEAL E O EXCESSO DE AR PRESENTE

por ANTÓNIO A. S. DE BARROS
Engenheiro mecânico (I. S. T.)
Assistente do LFEN

RESUMO

*Com o presente estudo estabelece-se uma expressão que relaciona as temperaturas de combustão total e completa de um combustível (constituído por uma mistura de diferentes n-alcanos), com o excesso de ar presente na reacção, a partir de uma teoria apoiada na semelhança de comportamento termoquímico dos hidrocarbonetos daquele tipo em idênticas condições de combustão.*

SYNOPSIS

*With the present study an expression, that relates the temperatures of total and complete combustion of a fuel-oil (composed of a mixture of various n-alkanes) with the excess of air present in the reaction, is established from a theory supported by the similitude of the thermochemical behaviour of hidrocarbons of that tipe, in identical combustion conditions.*

## 1. INTRODUÇÃO

A combustão de um combustível raramente se faz nas condições teóricas, isto é, para a quantidade de ar mínima que permite uma combustão completa e total. As razões do excesso de ar, normalmente presente, são múltiplas:

— Maior facilidade em obter uma combustão completa
— Possibilidade de regular a temperatura de combustão
— Possibilidade de utilização de materiais com menor resistência ao calor na fornalha.

A fim de calcular a variação de temperatura da combustão adiabática de um fuel-oil em função do excesso de ar presente, adoptamos, para um estudo base, um modelo teórico cujas propriedades se aproximam, em geral, das do combustível.

Para tal admitimos que o fuel é composto de uma mistura de hidrocarbonetos saturados (n-alcanos). Faremos uma análise detalhada da combustão de três destes compostos orgânicos (especìficamente: decano, dodecano e hexadecano) e, seguidamente, inferir-se-ão os valores obtidos para outros alcanos líquidos, como possibilidade de extrapolação para um maior número de combustíveis derivados do petróleo (gasolina, gasóleo, etc.).

Nos cálculos utilizaremos tabelas de propriedades dos gases de combustão (Gas Tables, Keenan e Kaye), analisando, posteriormente, as aproximações conseguidas.

### 1.1. Coeficiente de excesso de ar

A — Admitindo a combustão de uma mole de um hidrocarboneto a designar, vamos representar o número de moles dos reagentes de combustão por:

$N_u(N_2)$ — para o azoto
$N_u(O_2)$ — para o oxigénio
$N_u(A_r)$ — para o ar

sendo

$$N_u(A_r) = N_u(N_2) + N_u(O_2)$$

e o número de moles dos produtos de reacção por

$N(CO_2)$ — para o anidrido carbónico
$N(OH_2)$ — para o vapor de água
$N(N_2)$ — para o azoto
$N(O_2)$ — para o oxigénio

O oxigénio consumido na combustão será:

$$N'(O_2) = N_u(O_2) - N(O_2)$$

Para uma combustão teórica, ou seja, para a combustão com o ar teórico, teremos um número de moles de reagentes iguais a

$N_u^o(N_2)$ — para o azoto
$N_u^o(O_2)$ — para o oxigénio
$N_u^o(A_r)$ — para o ar

sendo também:

$$N_u^o(A_r) = N_u^o(N_2) + N_u^o(O_2)$$

Em todos os cálculos é admitida, para o ar, uma composição molar equivalente a

$$0_2 + 3{,}76\, N_2$$

supondo-se que a parte correspondente aos gases raros é preenchida por azoto.

O coeficiente de excesso de ar $\varepsilon$ é definido por

$$\varepsilon = \frac{N_u(A_r)}{N_u^o(A_r)} - 1$$

e como

$$\frac{N_u(A_r)}{N_u^o(A_r)} = \frac{N_u(O_2)}{N_u^o(A_r)} = \frac{N_u(N_2)}{N_u^o(N_2)}$$

podemos escrever imediatamente

$$N_u(A_r) = (1+\varepsilon)\, N_u^o(A_r)$$
$$N_u(N_2) = (1+\varepsilon)\, N_u^o(N_2)$$
$$N_u(O_2) = (1+\varepsilon)\, N_u^o(O_2)$$

Designando por N(P) o número total de moles dos produtos da reacção temos:

$$N(P) = N(CO_2) + N(OH_2) + N(N_2) + N(O_2)$$

ou, por substituição,

$$N(P) = N(CO_2) + N(OH_2) + \\ + 4{,}76\,(1+\varepsilon)\, N_u^o(O_2) - N'(O_2)$$

A equação de combustão teórica de um combustível com a fórmula molecular do tipo $C_n H_{2n+2}$ (hidrocarboneto alcano) será então:

$$C_n H_{2n+2} + \frac{3n+1}{2} O_2 + 3{,}76 \frac{3n+1}{2} N_2 \rightarrow \\ \rightarrow n\, CO_2 + (n+1)\, OH_2 + 3{,}76 \frac{3n+1}{2} N_2$$

Segundo as definições apresentadas concluiu-se que

$$N_u^o(O_2) = \frac{3n+1}{2}$$
$$N_u(O_2) = \frac{3n+1}{2}(1+\varepsilon)$$
$$N(O_2) = \frac{3n+1}{2}\varepsilon$$
$$N(N_2) = N_u(N_2) = 3{,}76 \frac{3n+1}{2}(1+\varepsilon)$$

donde sai imediatamente que

$$N(P) = 7{,}64\, n + 2{,}88 + 2{,}38\,(3n+1)\,\varepsilon$$

### 1.2. Tipos de combustíveis a estudar

Tudo o que foi exposto até aqui se pode aplicar a qualquer combustível desde que seja conhecida, com exactidão, a sua composição química. Porém, a teoria que pretendemos formular é muito mais restrita; tendo como objectivo principal o fuel-oil, vamos cingir o nosso estudo a três hidrocarbonetos que nele aparecem em grande percentagem, designadamente:

Decano $(C_{10} H_{22})$
Dodecano $(C_{12} H_{26})$
Hexadecano $(C_{16} H_{34})$

As propriedades físicas e químicas destas substâncias permitem distingui-las (Quadro 1).

As equações que traduzem a combustão teórica destes compostos no seio do ar são:

$$C_{10} H_{22} + 15{,}50\, O_2 + 58{,}28\, N_2 \rightarrow \\ \rightarrow 10\, CO_2 + 11\, OH_2 + 58{,}28\, N_2$$
$$C_{12} H_{26} + 18{,}50\, O_2 + 69{,}56\, N_2 \rightarrow \\ \rightarrow 12\, CO_2 + 13\, OH_2 + 69{,}56\, N_2$$
$$C_{16} H_{34} + 24{,}50\, O_2 + 92{,}12\, N_2 \rightarrow \\ \rightarrow 16\, CO_2 + 17\, OH_2 + 92{,}12\, N_2$$

QUADRO 1

| Combustivel líquido | Fórmula Molecular | Peso Molecular | Poder calorífico inferior (cal/mole) | Temperatura (°C) | | Densidade Específica |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | de Fusão | de Ebulição | |
| Decano | $C_{10}H_{22}$ | 142,276 | 1 503 232 | — 30 | 174 | 0,730 |
| Dodecano | $C_{12}H_{26}$ | 170,328 | 1 794 510 | — 10 | 216 | 0,749 |
| Hexadecano | $C_{16}H_{34}$ | 226,432 | 2 377 047 | 18 | 280 | 0,774 |

podendo então determinar-se os valores de $N(O_2)$, $N(N_2)$ e $N(P)$ para diversos valores do coeficiente de excesso de ar $\varepsilon$, a partir das expressões apresentadas no Quadro 2

QUADRO 2

| Combustível | $N(O_2)$ | $N(N_2)$ | $N(P)$ |
|---|---|---|---|
| $C_{10}H_{22}$ | $15{,}50\,\varepsilon$ | $58{,}28\,(1+\varepsilon)$ | $79{,}28+73{,}78\,\varepsilon$ |
| $C_{12}H_{26}$ | $18{,}50\,\varepsilon$ | $69{,}56\,(1+\varepsilon)$ | $94{,}56+88{,}06\,\varepsilon$ |
| $C_{16}H_{34}$ | $24{,}50\,\varepsilon$ | $92{,}12\,(1+\varepsilon)$ | $125{,}12+116{,}62\,\varepsilon$ |

obtendo-se, finalmente, as seguintes equações químicas para uma combustão com ar em excesso:

$$C_{10}H_{22} + 15{,}50\,(1+\varepsilon)\,O_2 + 58{,}28\,(1+\varepsilon)\,N_2 \longrightarrow$$
$$\longrightarrow 10\,CO_2 + 11\,OH_2 + 15{,}50\,\varepsilon\,O_2 + 58{,}28\,(1+\varepsilon)\,N_2$$

$$C_{12}H_{26} + 18{,}50\,(1+\varepsilon)\,O_2 + 69{,}56\,(1+\varepsilon)\,N_2 \longrightarrow$$
$$\longrightarrow 12\,CO_2 + 13\,OH_2 + 18{,}50\,\varepsilon\,O_2 + 69{,}56\,(1+\varepsilon)\,N_2$$

$$C_{16}H_{34} + 24{,}50\,(1+\varepsilon)\,O_2 + 92{,}12\,(1+\varepsilon)\,N_2 \longrightarrow$$
$$\longrightarrow 16\,CO_2 + 17\,OH_2 + 24{,}50\,\varepsilon\,O_2 + 92{,}12\,(1+\varepsilon)\,N_2$$

## 2. CÁLCULO DA TEMPERATURA DE COMBUSTÃO

Vamos determinar a temperatura $T_c$ de combustão adiabática, a pressão constante, com a entrada dos reagentes (combustível e ar)

à temperatura $T_o = 25°C$
e à pressão $P_o = 1\ kg/cm^2$

para quantidades de ar teórica e em excesso.

Para aqueles valores de pressão e temperatura definimos as seguintes entalpias absolutas específicas (por mole):

$h_o\ (C)$ — entalpia do combustível líquido
$h_o\ (O_2)$ — entalpia do oxigénio
$h_o\ (N_2)$ — entalpia do azoto
$h_o\ (CO_2)$ — entalpia do anidrido carbónico
$h_o\ (OH_2)$ — entalpia do vapor de água

e as entalpias absolutas específicas (por mole) à temperatura $T_c$:

$h'_o\ (O_2)$ — entalpia do oxigénio
$h'_o\ (N_2)$ — entalpia do azoto
$h'_o\ (CO_2)$ — entalpia do anidrido carbónico
$h'_o\ (OH_2)$ — entalpia do vapor de água

Tomando o zero de escala das entalpias à temperatura de 25°C podemos definir os seus valores relativos à temperatura $T_c$ por:

$h\ (O_2)$ — entalpia do oxigénio
$h\ (N_2)$ — entalpia do azoto
$h\ (CO_2)$ — entalpia do anidrido carbónico
$h\ (OH_2)$ — entalpia do vapor de água

Designando por $E_q$ a energia química do combustível por mole, e estabelecendo o balanço das entalpias às temperaturas $T_o$ e $T_c$ temos, respectivamente:

$$q_c = h_o(C) + E_q + N_u(N_2)\,h_o(N_2) + N_u(O_2)\,h_o(O_2) - [N(N_2)\,h_o(N_2) + N(O_2)\,h_o(O_2) + N(CO_2)\,h_o(CO_2) + N(OH_2)\,h_o(OH_2)]$$

$$h_o(C) + E_q + N_u(N_2)\,h_o(N_2) + N_u(O_2)\,h_o(O_2) = N(N_2)\,h'_o(N_2) + N(O_2)\,h'_o(O_2) + N(CO_2)\,h'_o(CO_2) + N(OH_2)\,h'_o(OH_2)$$

ou, substituindo o 1.º membro da 2.ª igualdade na primeira:

$$q_c = N(N_2)\,[h'_o(N_2) - h_o(N_2)] + \\ + N(O_2)\,[h'_o(O_2) - h_o(O_2)] + \\ + N(CO_2)\,[h'_o(CO_2) - h_o(CO_2)] + \\ + N(OH_2)\,[h'_o(OH_2) - h_o(OH_2)]$$

ou ainda

$$q_c = N(N_2)\,h(N_2) + N(O_2)\,h(O_2) + \\ + N(CO_2)\,h(CO_2) + N(OH_2)\,h(OH_2)$$

Se representarmos a entalpia total dos produtos da combustão por:

$H'_o(P)$ à temperatura $T_c$
$H_o(P)$ à temperatura de 25 °C

teremos que

$$q_c = H'_o(P) - H_o(P) = H(P)$$

sendo

$$H(P) = N(N_2)\,h(N_2) + N(O_2)\,h(O_2) + \\ + N(CO_2)\,h(CO_2) + N(OH_2)\,h(OH_2)$$

a entalpia dos produtos de combustão, tomando o zero da escala das entalpias à temperatura To.

A determinação da temperatura de combustão adiabática de um combustível para os diferentes valores do coeficiente de excesso de ar $\varepsilon$ pode ser feita, com um rigor muito apreciável, através das tabelas das entalpias absolutas dos diferentes compostos existentes nos produtos de reacção. O cálculo exige uma interpolação.

Supondo que para duas temperaturas $T_1$ e $T_2$ se determinam respectivamente as entalpias $H_1(P)$ e $H_2(P)$ para os produtos de combustão, de tal forma que

$$H_2(P) > q_c > H_1(P)$$

e se no troço $[H_1(P), H_2(P)]$ se pode admitir um crescimento linear da entalpia com a temperatura, é possível escrever-se:

$$\frac{H_2(P) - H_1(P)}{q_c - H_1(P)} = \frac{T_2 - T_1}{T_c - T_1}$$

ou então

$$T_c = T_1 + \frac{q_c - H_1(P)}{H_2(P) - H_1(P)}\,(T_2 - T_1)$$

Aplicando a teoria exposta aos combustíveis em estudo chegaram-se aos seguintes valores para a entalpia total dos produtos de combustão (Quadro 3).

QUADRO 3

| $\varepsilon$ | T °C | $C_{10}H_{22}$ | | $C_{12}H_{26}$ | | $C_{16}H_{34}$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $H_o(P)$ kcal. $10^3$ | $H(P)$ kcal. $10^3$ | $H_o(P)$ kcal. $10^3$ | $H(P)$ kcal. $10^3$ | $H_o(P)$ kcal. $10^3$ | $H(P)$ kcal. $10^3$ |
| 0,00 | 25 | 169 | 0 | 202 | 0 | 267 | 0 |
| | 1 906 | 1 535 | 1 366 | 1 832 | 1 630 | 2 423 | 2 156 |
| | 2 184 | 1 755 | 1 586 | 2 095 | 1 893 | 2 771 | 2 505 |
| 0,05 | 25 | 177 | 0 | 211 | 0 | 279 | 0 |
| | 1 906 | 1 600 | 1 423 | 1 909 | 1 698 | 2 525 | 2 246 |
| | 2 184 | 1 830 | 1 653 | 2 183 | 1 972 | 2 888 | 2 609 |
| 0,10 | 25 | 184 | 0 | 220 | 0 | 291 | 0 |
| | 1 906 | 1 665 | 1 481 | 1 986 | 1 766 | 2 628 | 2 337 |
| | 2 184 | 1 904 | 1 720 | 2 271 | 2 051 | 3 005 | 2 714 |
| 0,20 | 25 | 200 | 0 | 238 | 0 | 315 | 0 |
| | 1 795 | 1 693 | 1 493 | 2 020 | 1 782 | 2 672 | 2 357 |
| | 1 851 | 1 744 | 1 544 | 2 081 | 1 842 | 2 752 | 2 437 |
| 0,50 | 25 | 246 | 0 | 293 | 0 | 388 | 0 |
| | 1 462 | 1 695 | 1 450 | 2 023 | 1 730 | 2 676 | 2 289 |
| | 1 517 | 1 756 | 1 510 | 2 095 | 1 802 | 2 771 | 2 384 |
| 1,00 | 25 | 322 | 0 | 384 | 0 | 508 | 0 |
| | 1 184 | 1 816 | 1 494 | 2 167 | 1 783 | 2 868 | 2 360 |
| | 1 239 | 1 893 | 1 571 | 2 258 | 1 874 | 2 988 | 2 480 |
| 1,50 | 25 | 398 | 0 | 475 | 0 | 629 | 0 |
| | 962 | 1 866 | 1 468 | 2 227 | 1 751 | 2 947 | 2 318 |
| | 1 017 | 1 958 | 1 560 | 2 336 | 1 861 | 3 092 | 2 463 |
| 2,00 | 25 | 475 | 0 | 567 | 0 | 750 | 0 |
| | 795 | 1 897 | 1 422 | 2 263 | 1 697 | 2 995 | 2 246 |
| | 851 | 2 003 | 1 528 | 2 390 | 1 823 | 3 163 | 2 413 |
| 3,00 | 25 | 628 | 0 | 749 | 0 | 991 | 0 |
| | 628 | 2 088 | 1 460 | 2 492 | 1 743 | 3 298 | 2 307 |
| | 684 | 2 235 | 1 597 | 2 653 | 1 904 | 3 512 | 2 520 |
| 4,00 | 25 | 781 | 0 | 931 | 0 | 1 233 | 0 |
| | 517 | 2 262 | 1 481 | 2 699 | 1 768 | 3 573 | 2 340 |
| | 528 | 2 294 | 1 513 | 2 738 | 1 807 | 3 621 | 2 391 |
| 6,00 | 25 | 1 086 | 0 | 1 296 | 0 | 1 716 | 0 |
| | 373 | 2 563 | 1 467 | 3 059 | 1 763 | 4 049 | 2 333 |
| | 384 | 2 606 | 1 520 | 3 111 | 1 815 | 4 118 | 2 402 |
| 8,00 | 25 | 1 392 | 0 | 1 661 | 0 | 2 199 | 0 |
| | 295 | 2 893 | 1 501 | 3 453 | 1 792 | 4 570 | 2 371 |
| | 306 | 2 948 | 1 556 | 3 518 | 1 857 | 4 657 | 2 458 |
| 12,00 | 25 | 2 003 | 0 | 2 391 | 0 | 3 165 | 0 |
| | 195 | 3 458 | 1 455 | 4 127 | 1 736 | 5 463 | 2 298 |
| | 206 | 3 535 | 1 532 | 4 219 | 1 828 | 5 585 | 2 420 |
| 16,00 | 25 | 2 615 | 0 | 3 121 | 0 | 4 131 | 0 |
| | 151 | 4 110 | 1 496 | 4 906 | 1 785 | 6 494 | 2 363 |
| | 162 | 4 211 | 1 596 | 5 025 | 1 904 | 6 652 | 2 521 |
| 20,00 | 25 | 3 226 | 0 | 3 850 | 0 | 5 097 | 0 |
| | 117 | 4 702 | 1 476 | 5 612 | 1 762 | 7 429 | 2 332 |
| | 128 | 4 825 | 1 599 | 5 758 | 1 908 | 7 623 | 2 526 |

A interpolação linear conduz a valores muito próximos para a temperatura de combustão adiabática dos combustíveis em estudo para o mesmo excesso de ar. É este facto que nos permite inferir uma teoria aproximada para o fuel, admitindo-o como uma mistura de hidrocarbonetos saturados, de composição química próxima da dos apresentados.

Neste sentido determinaram-se os valores médios da temperatura $T_c$ que são utilizados nos cálculos consequentes, apresentados no Quadro 4 sob a indicação $[T_c]_{méd}$

QUADRO 4

| $\varepsilon$ | $T_c$ °C | | | $[T_c]_{méd}$ |
|---|---|---|---|---|
| | $C_{10}H_{22}$ | $C_{12}H_{26}$ | $C_{16}H_{34}$ | °C |
| 0,00 | 2 122 | 2 123 | 2 125 | 2 123 |
| 0,05 | 2 045 | 2 047 | 2 049 | 2 047 |
| 0,10 | 1 975 | 1 976 | 1 979 | 1 976 |
| 0,20 | 1 849 | 1 850 | 1 852 | 1 850 |
| 0,50 | 1 554 | 1 555 | 1 556 | 1 555 |
| 1,00 | 1 233 | 1 234 | 1 235 | 1 234 |
| 1,50 | 1 026 | 1 027 | 1 027 | 1 027 |
| 2,00 | 881 | 881 | 882 | 881 |
| 3,00 | 689 | 689 | 690 | 689 |
| 4,00 | 568 | 568 | 568 | 568 |
| 6,00 | 423 | 423 | 423 | 423 |
| 8,00 | 338 | 338 | 339 | 338 |
| 12,00 | 245 | 245 | 245 | 245 |
| 16,00 | 194 | 194 | 195 | 194 |
| 20,00 | 163 | 163 | 163 | 163 |

## 3. ANÁLISE DOS ERROS DE CALCULO

No decorrer dos cálculos foram feitas várias aproximações, que vamos discutir:

1 — Considerou-se que o ar atmosférico era constituído por uma mistura de azoto e oxigénio numa percentagem molar equivalente a

$$O_2 + 3{,}76\, N_2$$

A percentagem volumétrica de oxigénio do ar da baixa atmosfera pode considerar-se variável consoante a hora do dia, época do ano e local, oscilando entre os valores *

máximo 21,05 %
mínimo 20,72 %

podendo admitir-se como composição média

$O_2$ — 20,94 %
$N_2 + CO_2 +$ Gases raros — 79,06 %

Incluindo na percentagem de azoto os restantes gases inertes e calculando as relações molares azoto-oxigénio obtemos:

máxima — 3,83
média — 3,78
mínima — 3,75

Pode concluir-se, portanto, que os cálculos feitos atrás se referem à utilização de um tipo de ar que pode ser classificado de rico em oxigénio.

O facto de se reunir as quantidades correspondentes aos gases raros e anidrido carbónico à quantidade de azoto não influi nos resultados obtidos uma vez que a percentagem daqueles no ar é cerca de 1 %. Já a percentagem de oxigénio influi na temperatura final de combustão, sendo de cerca de 25 °C a variação desta da máxima para a mínima percentagem de oxigénio considerada e para uma combustão teórica de um combustível análogo a qualquer dos estudados; esta influência faz-se sentir cada vez menos à medida que o excesso de ar aumenta, atingindo cerca de 3 °C para um excesso de ar de 2.000 %.

A influência da composição do ar no calor específico molar médio dos produtos de combustão não é significativa e não introduz pràticamente alteração nos resultados a que se chegou.

Querendo tratar analìticamente a influência da composição química do ar na temperatura de combustão atingida, podemos admitir uma composição molar equivalente a

$$O_2 + \rho\, N_2$$

concentrando em $\rho$ a influência de todos os gases inertes, sob o ponto de vista da combustão.

Nesta ordem de ideias, completando o que já tinha sido apresentado sobre a combustão dos hidrocarbonetos alcanos

$$N\,(N_2) = \rho\, \frac{3\,n + 1}{2}\,(1 + \varepsilon)$$

* Segundo Paul Pascal — Nouveau Traité de Chimie Mivérale.

donde

$$N(P) = 2n + 1 + (1{,}5\,n + 0{,}5)\,[\rho + \varepsilon(1 + \rho)]$$

ou, para os casos estudados,

| hidrocarboneto | N (P) |
|---|---|
| $C_{10}H_{22}$ | $21 + 15{,}5\,[\rho + \varepsilon(1 + \rho)]$ |
| $C_{12}H_{26}$ | $25 + 18{,}5\,[\rho + \varepsilon(1 + \rho)]$ |
| $C_{16}H_{34}$ | $33 + 24{,}0\,[\rho + \varepsilon(1 + \rho)]$ |

Estas expressões permitirão fazer cálculos para atmosferas de composição definida.

2 — A interpolação linear nas tabelas de entalpia introduziu erros que vão, no máximo, de cerca de 3 °C para a temperatura de combustão teórica, diminuindo à medida que o excesso de ar aumenta, por ter sido possível interpolar entre valores mais próximas para baixas temperaturas, e não excedendo 0,5 °C para um excesso de ar igual ou inferior a 50 %.

As contas foram feitas à máquina sendo perfeitamente desprezáveis os erros correspondentes.

3 — Finalmente, sempre que se pretende fazer um estudo da combustão de um combustível a partir da teoria apresentada, há que verificar em que medida a sua composição química é próxima de admitida pois pode apresentar, por vezes, desvios muito importantes.

## 4. CÁLCULO DE FUNÇÃO $T_c = f(\varepsilon)$

Uma vez calculada a temperatura de combustão do combustível para diferentes valores do excesso de ar pode admitir-se que existe uma função

$$T_c = f(\varepsilon)$$

que nos dará a temperatura de combustão teórica para diferentes valores de $\varepsilon$.

Denominando:

$C_p$ — Calor específico por mole dos produtos da combustão

$\bar{C}_p$ — Calor específico médio molar, a pressão constante, entre as temperaturas $T_o$ e $T_c$:

$$\bar{C}_p = \frac{1}{T_c - T_o}\int_{T_o}^{T_c} C_p\,dt$$

podemos escrever a seguinte relação

$$q_c = N(P)\,\bar{C}_p\,(T_c - T_o)$$

O nosso problema agora consiste na determinação de $q_c$, $N(P)$ e $\bar{C}_p$.

Como

$q_c$ é constante

$N(P)$ é função de $\varepsilon$

e $\bar{C}_p$ é função de $T_c$

a substituição destas variáveis na relação acima indicada permite relacionar $\varepsilon$ com $T_c$.

### 4.1. Poder calorífico do combustível

Propomo-nos determinar os poderes caloríficos dos combustíveis líquidos a partir do conhecimento dos calores de combustão dos compostos orgânicos que normalmente os constituem.

O estudo vai ser feito em pormenor para os n-alcanos de fórmula molecular do tipo $C_nH_{2n+2}$ por serem os componentes mais comuns nos derivados do petróleo natural.

Vamos designar por:

$q_{cs}$ — Poder calorífico molar superior do combustível

$q_{ci}$ — Poder calorífico molar inferior do combustível

$q_{ts}$ — Poder calorífico molar teórico superior

$q_{ti}$ — Poder calorífico molar teórico inferior

$h_l$ — Calor latente molar de vaporização do combustível

$h_f$ — Entalpia molar de formação do combustível

$h(CO_2)$ — Entalpia de formação molar de anidrído carbónico

$h_s(OH_2)$ — Entalpia de formação molar de água (líquida)

$h_i(OH_2)$ — Entalpia de formação molar de água (vapor)

admitindo que

$$h(CO_2) = 94{,}06 \text{ kcal mole}$$
$$h_s(OH_2) = 68{,}31 \text{ kcal/mole}$$
$$h_i(OH_2) = 57{,}75 \text{ kcal/mole}$$

Definimos os poderes caloríficos teóricos :

$$q_{ts} = n\,h\,(CO_2) + (n+1)\,h_s\,(OH_2) \text{ kcal/mole}$$
$$q_{ti} = n\,h\,(CO_2) + (n+1)\,h_i\,(OH_2) \text{ kcal/mole}$$

ou, conhecendo as massas molares de carbono M (C) e hidrogénio M ($H_2$) :

$$M\,(C) = 12$$
$$M\,(H_2) = 2$$

vem, noutras unidades :

$$q'_{ts} = \frac{q_{ts}}{M} \times 10^3 \text{ kcal/kg e}$$
$$q'_{ti} = \frac{q_{ts}}{M} \times 10^3 \text{ kcal/kg}$$

em que

$$M = n\,M\,(C) + (n+1)\,M\,(H_2)$$

é a massa molecular do hidrocarboneto em causa.

A partir dos constantes definidos é fácil concluir que :

$$q_{ts} = q_{cs} + h_l + h_f$$
$$q_{ti} = q_{ci} + h_l + h_f$$

O Quadro 5 apresenta cada um destes valores para diferentes hidrocarbonetos saturados normais.

QUADRO 5

| cal/mole | | | |
|---|---|---|---|
| $C_n\,H_{2n+2}$ | $q_{cs}$ | $q_{ci}$ | $h_f$ |
| $C_7\,H_{16}$ | 1 150,38 | 1 066,28 | 44,89 |
| $C_8\,H_{18}$ | 1 306,53 | 1 211,92 | 49,82 |
| $C_9\,H_{20}$ | 1 462,69 | 1 357,60 | 54,68 |
| $C_{10}\,H_{22}$ | 1 618,86 | 1 503,23 | 60,80 |
| $C_{12}\,H_{26}$ | 1 931,14 | 1 794,51 | 70,92 |
| $C_{16}\,H_{34}$ | 2 555,66 | 2 377,05 | 91,03 |

Fazendo uma representação gráfica chega-se à conclusão que qualquer dos valores molares de $q_{ts}$, $q_{ti}$, $q_{cs}$, $q_{ci}$, $h_l$ e $h_f$ variam linearmente com n (Figura 1).

Através da minimização dos desvios médios quadráticos pode obter-se fàcilmente:

$$q_{ts} = 162{,}37\,n + 68{,}4 \quad \text{kcal/mole}$$
$$q_{ti} = 151{,}81\,n + 57{,}8 \quad »$$
$$q_{cs} = 156{,}14\,n + 57{,}4 \quad »$$
$$q_{ci} = 145{,}64\,n + 46{,}8 \quad »$$
$$h_f = 5{,}16\,n + 8{,}7 \quad »$$
$$h_l = 1{,}07\,n + 2{,}3 \quad »$$

Os correspondentes valores em kcal/kg serão:

$$q'_{cs} = \frac{q_{cs}}{M} \times 10^3 \qquad q'_{ci} = \frac{q_{ci}}{M} \times 10^3$$
$$h'_f = \frac{h_f}{M} \times 10^3 \qquad h'_l = \frac{h_l}{M} \times 10^3$$

### 4.2. Calor específico médio molar dos produtos de combustão

Conhecendo os valores do poder calorífico inferior $q_c$ do combustível, o número total de moles N (P) dos produtos de combustão para um determinado excesso de ar $\varepsilon$, e a temperatura de combustão adiabática $T_c$, podemos fàcilmente calcular o valor do calor específico médio $\overline{C}_p$ dos gases residuais

$$\overline{C}_p = \frac{q_c}{N\,(P)\,(T_c - T_o)} \text{ cal/mole}$$

Como se verifica imediatamente a partir do Quadro 5, os valores dos calores específicos médios dos produtos de combustão para as mesmas condições são muito semelhantes. Ocorre assim, determinar o valor médio $[\overline{C}_p]_{méd}$ a fim de podermos aumentar a possibilidade de aplicação das conclusões (Quadro 6).

Representando gràficamente os valores $[C_p]_{méd}$ em função dos valores de $[T_c]_{méd}$ observa-se que as duas grandezas estão relacionadas de uma forma quase linear (Figura 2). Entrando com esta aproximação nos cálculos, os resultados a que então se chega afastam-se muito pouco dos valores reais.

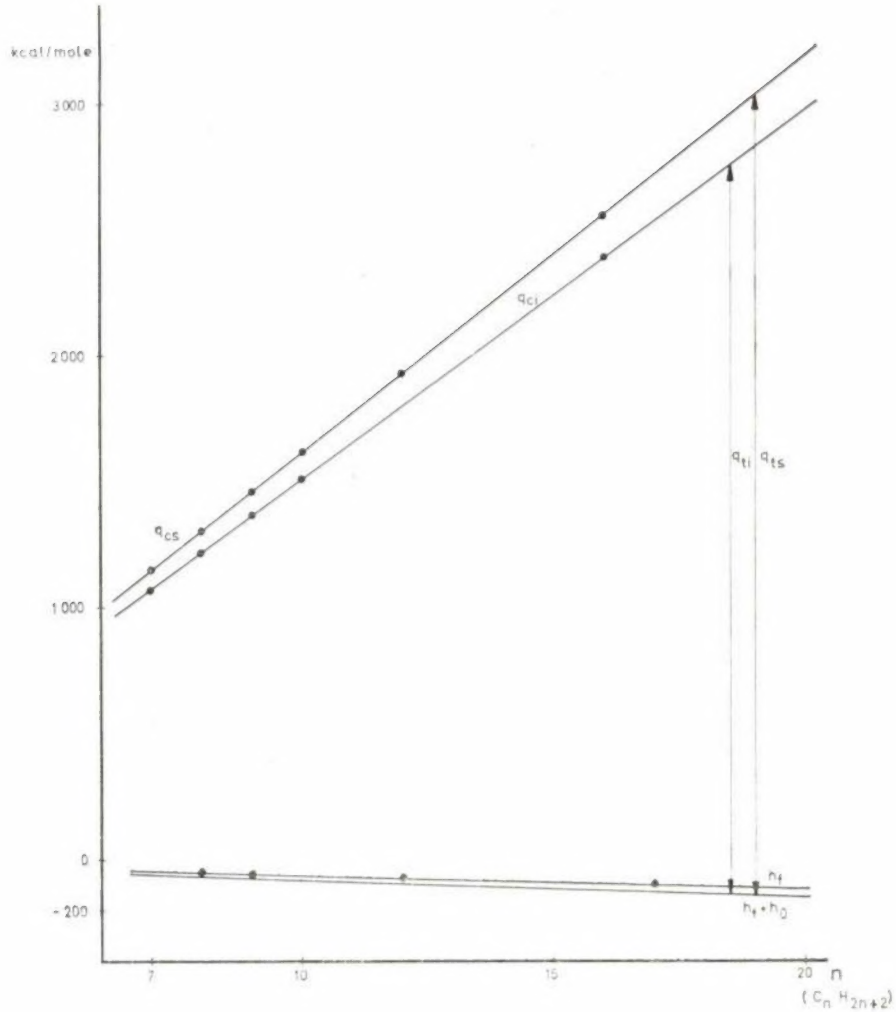



Fig. 1

QUADRO 6

| ε | $[T_c]$ méd °C | $\bar{C}_p$ cal/mole °C | | | $[\bar{C}_p]$ méd cal/mole °C |
|---|---|---|---|---|---|
| | | $C_{10}H_{22}$ | $C_{12}H_{26}$ | $C_{16}H_{34}$ | |
| 0,00 | 2 123 | 9,040 | 9,045 | 9,048 | 9,045 |
| 0,05 | 2 047 | 8,967 | 8,968 | 8,971 | 8,969 |
| 0,10 | 1 977 | 8,894 | 8,895 | 8,897 | 8,896 |
| 0,20 | 1 850 | 8,765 | 8,765 | 8,768 | 8,766 |
| 0,50 | 1 555 | 8,462 | 8,463 | 8,465 | 8,464 |
| 1,00 | 1 234 | 8,128 | 8,128 | 8,129 | 8,128 |
| 1,50 | 1 027 | 7,904 | 8,905 | 7,906 | 7,905 |
| 2,00 | 881 | 7,745 | 7,745 | 7,746 | 7,745 |
| 3,00 | 689 | 7,532 | 7,533 | 7,533 | 7,533 |
| 4,00 | 568 | 7,398 | 7,399 | 7,399 | 7,399 |
| 6,00 | 423 | 7,245 | 7,247 | 7,247 | 7,246 |
| 8,00 | 339 | 7,166 | 7,166 | 7,166 | 7,166 |
| 12,00 | 245 | 7,087 | 7,087 | 7,088 | 7,088 |
| 16,00 | 194 | 7,051 | 7,051 | 7,051 | 7,051 |
| 20,00 | 163 | 7,031 | 7,031 | 7,031 | 7,031 |

O cálculo da relação considerada do tipo

$$[C_p]_{méd} = a + b[T_c]_{méd}$$

feito a partir da minimização dos desvios médios quadráticos conduz a

$$b = 1{,}05 \times 10^{-3} \text{ cal/mole °C}$$
$$a = 6{,}82 \quad \text{cal/mole (°C)}^2$$

donde, finalmente:

$$[C_p]_{méd} = 6{,}82 + 1{,}05 \times 10^{-3} [T_c]_{méd} \text{ cal/mole °C}$$

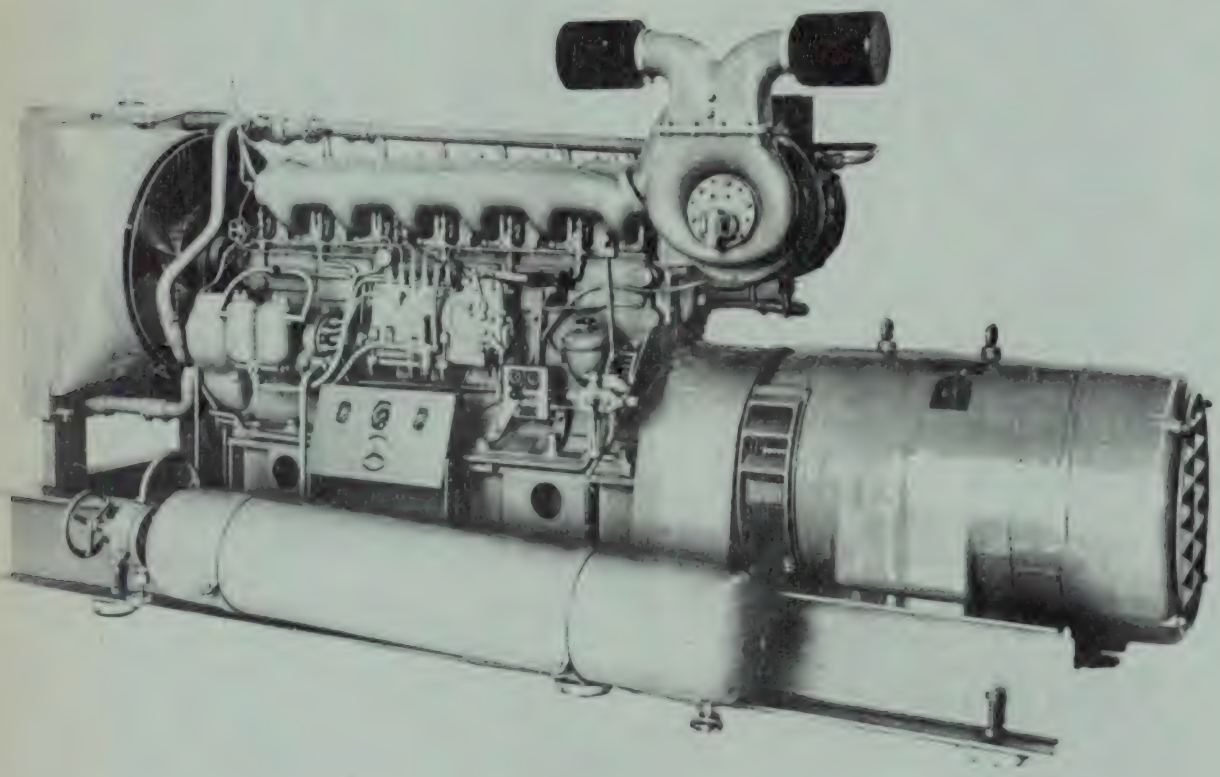
### 4.3. Função $T_c = f(\varepsilon)$

A relação

$$\frac{q_c}{N(P)}$$

# MERCEDES-BENZ

## MOTORES DIESEL



## DE ALTA QUALIDADE E DE GRANDE RENDIMENTO PARA TODOS OS FINS

---

**REPRESENTANTE:**

## MENDES DE ALMEIDA, SARL

OFICINAS ESPECIALIZADAS — ARMAZÉNS — STAND VENDAS

AV. 24 DE JULHO, 52-A-G — LISBOA — TELEF. 667710

# VE_B CARL ZEISS DE JENA AO SERVIÇO DA TOPOGRAFIA COM OS NOVOS:

## Teodolito Auto-Reductor DAHLTA 010

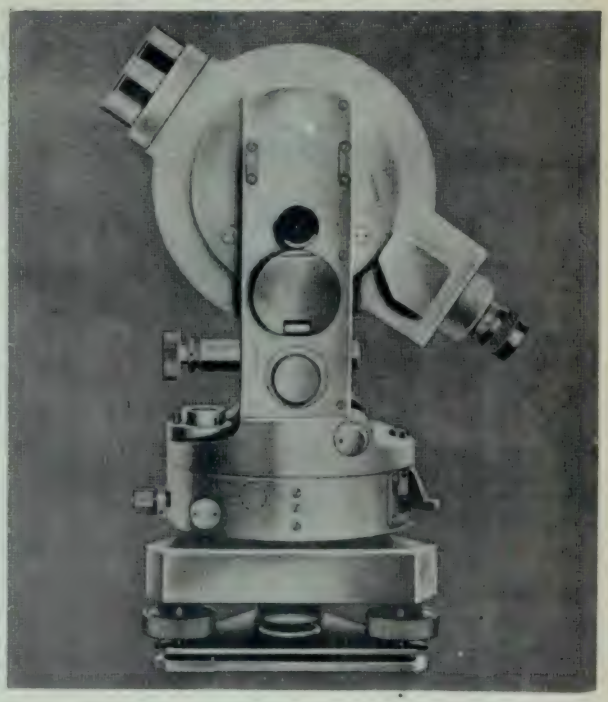
DO TIPO UNIVERSAL, destinado:

— à Topografia Taquiométrica
— à Taquiometria de Engenheiro
— à Taquiometria de Precisão em conjunto com o Telémetro DIMESS
— a Triangulações de baixa ordem
— a Medidas Trigonométricas e de Poligonometria.

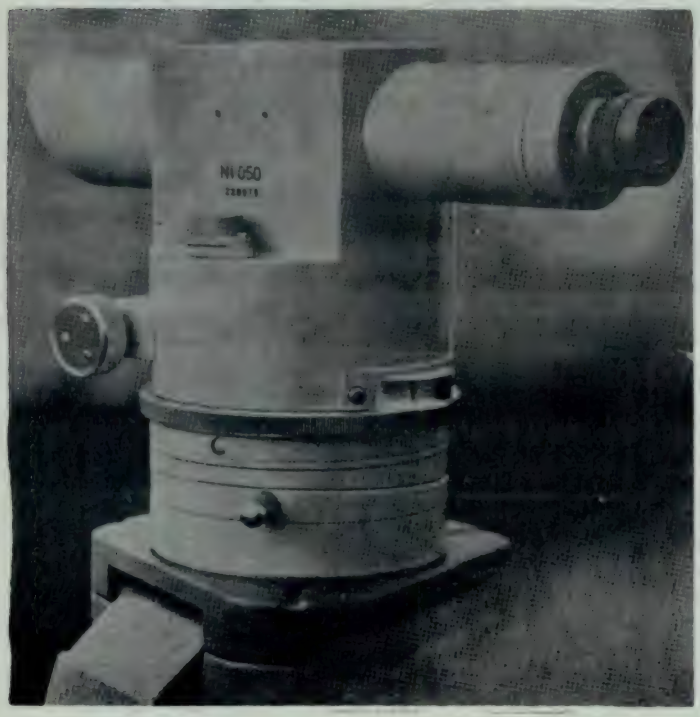
PRECISÃO:

na medida de distâncias ± 10 cm/100 m
» » » ângulos ± 10 cg (± 3")

| DIMENSÕES: | PESO: |
|---|---|
| Altura do aparelho: 28 cm | 4,7 Kg |
| Estojo metálico: 22 ø × 36 cm | 3,1 Kg |
| Tripé 3 U: 100 a 160 cm | 5,6 Kg |



## Nível Automático NI 050




Destinado a trabalhos de pouca precisão em nivelamento à superfície ou no sub-solo. Alto rendimento e peso diminuto (6 kg incluindo estojo e tripé).

ERRO MÉDIO em 1 km de nivelamento duplo: ± 5 mm.

DIMENSÕES: 8 × 21 × 12 cm.

Podendo ser fornecido com limbo ou sem limbo.

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS:

CENTRO TÉCNICO HOSPITALAR
DIVISÃO ZEISS: TELEF. 77 81 66/7
AV. DA REPÚBLICA, 84 LISBOA 1

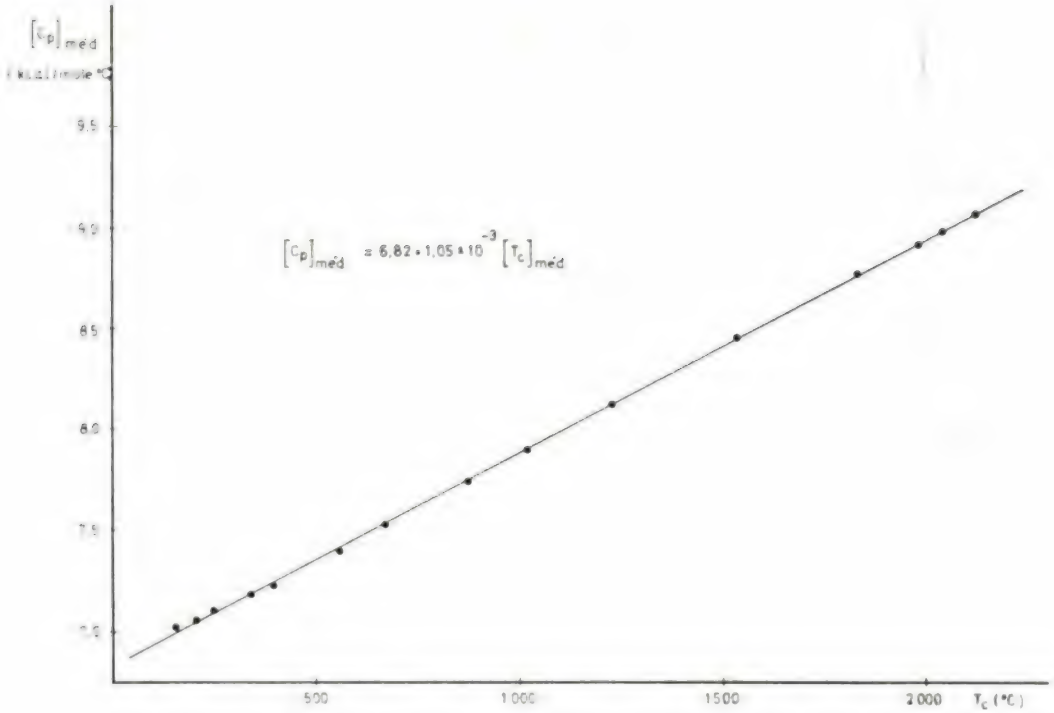



Fig. 2

é, para os diferentes combustíveis em estudo:

$$\text{Decano}: \frac{1\ 503\ 232}{79{,}31 + 73{,}81\,\varepsilon} = \frac{20\ 366}{1{,}074\ 5 + \varepsilon} \quad \text{cal/mole}$$

$$\text{Dodecano}: \frac{1\ 794\ 510}{94{,}59 + 88{,}09\,\varepsilon} = \frac{20\ 371}{1{,}073\ 8 + \varepsilon} \quad \text{cal/mole}$$

$$\text{Hexadecano}: \frac{2\ 377\ 047}{125{,}12 + 116{,}62\,\varepsilon} = \frac{20\ 380}{1{,}072\ 9 + \varepsilon} \quad \text{cal/mole}$$

As expressões são muito próximas, podendo calcular-se uma expressão média a fim de estender as conclusões, simultâneamente, aos três hidrocarbonetos:

$$\left[\frac{q_c}{N(P)}\right]_{\text{méd}} = \frac{20\ 373}{1{,}073\ 7 + \varepsilon} \quad \text{cal/mole}$$

ou, numa forma simbólica:

$$\left[\frac{q_c}{N(P)}\right]_{\text{méd}} = \frac{A}{B + \varepsilon}$$

Substituindo estes valores na expressão de $T_c = f(\varepsilon)$ referida a valores médios:

$$\left[\frac{q_c}{N(P)}\right]_{\text{méd}} = [C_p]_{\text{méd}}\,([T_c]_{\text{méd}} - T_o)$$

temos,

$$\frac{A}{B + \varepsilon} = (a + b\,T_c)\,(T_c - T_o)$$

fazendo

$$[T_c]_{\text{méd}} = T_c$$

Resolvendo esta equação em ordem a T e eliminando a raíz negativa obtemos:

$$T_c = \frac{1}{2}\left[\sqrt{\left(\frac{a}{b} + T_o\right)^2 + \frac{4A}{b\,(B + \varepsilon)}} - \left(\frac{a}{b} - T_o\right)\right]$$

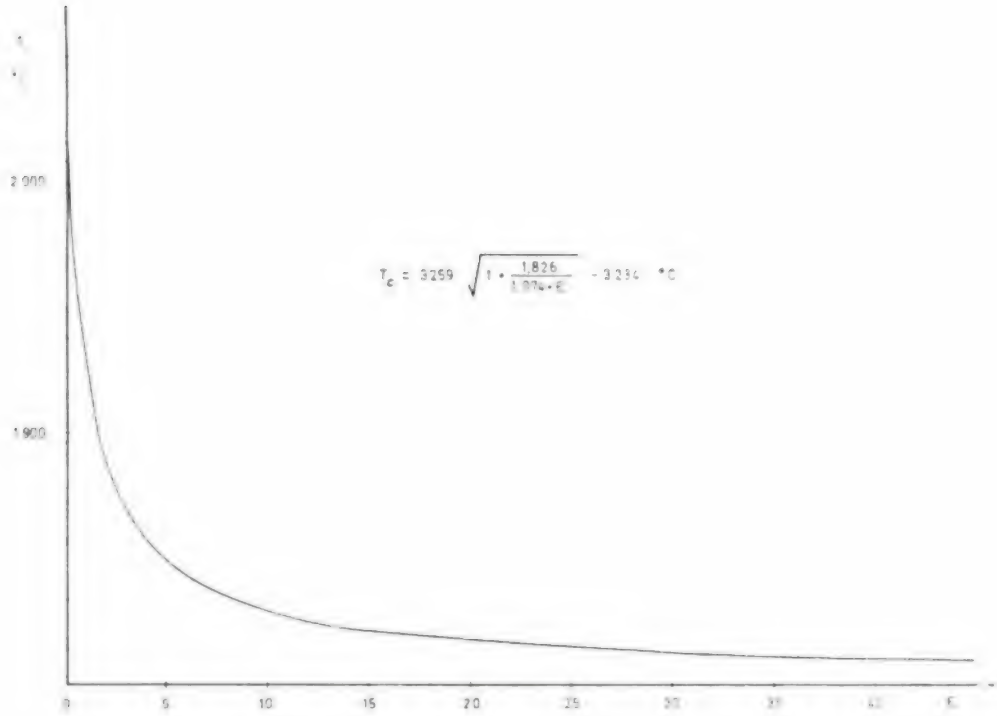



Fig. 3

donde, por substituição de valores:

$$T_c = 3259 \sqrt{1 + \frac{1{,}826}{1{,}074 + \varepsilon}} - 3\,234 \ ^\circ C$$

Na Figura 3 é feita a representação gráfica da função calculada.

## 5. CONCLUSÕES

Seguindo uma orientação semelhante é fácil obter relações similares para combustíveis de composição análoga.

No caso de se tratar de um hidrocarboneto saturado normal com a equação molecular

$$C_n \ H_{2n+2}$$

a fórmula tomará o aspecto

$$\frac{145{,}64\ n + 46{,}8}{7{,}64\ n + 2{,}88 + 2{,}38\ (3n+1)\ \varepsilon} \times 10^3 =$$
$$= (6{,}82 + 1{,}05 \times 10^3\ T_c)\ (T_c - 25)$$

fórmula que se identifica com a anteriormente determinada quando n for

$$10 \leqslant n \leqslant 16$$

## QUADRO 7

TABELA DE VALORES DA TEMPERATURA DE COMBUSTÃO ADIABÁTICA EM FUNÇÃO DE COEFICIENTE DE EXCESSO DE AR

($\varepsilon$ = 3,76)

| ε | $T_f$ °C | ε | $T_f$ °C | ε | $T_f$ °C | ε | $T_f$ °C | ε | $T_f$ °C |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,00 | 2 122 | 1,00 | 1 236 | 3,00 | 688 | 6,00 | 338 | 18,00 | 178 |
| 0,05 | 2 047 | 1,10 | 1 187 | 3,25 | 653 | 6,50 | 323 | 19,00 | 170 |
| 0,10 | 1 977 | 1,20 | 1 148 | 3,50 | 621 | 8,00 | 308 | 20,00 | 164 |
| 0,15 | 1 911 | 1,30 | 1 101 | 3,75 | 598 | 9,50 | 296 | 21,00 | 157 |
| 0,20 | 1 851 | 1,40 | 1 063 | 4,00 | 567 | 10,00 | 284 | 22,00 | 152 |
| 0,25 | 1 794 | 1,50 | 1 027 | 4,25 | 548 | 10,50 | 273 | 23,00 | 147 |
| 0,30 | 1 740 | 1,60 | 994 | 4,00 | 521 | 11,00 | 263 | 24,00 | 142 |
| 0,35 | 1 690 | 1,70 | 963 | 4,75 | 501 | 11,50 | 254 | 25,00 | 137 |
| 0,40 | 1 643 | 1,80 | 934 | 5,00 | 483 | 12,00 | 245 | 27,50 | 128 |
| 0,45 | 1 599 | 1,90 | 907 | 5,25 | 466 | 12,50 | 238 | 30,00 | 120 |
| 0,50 | 1 557 | 2,00 | 881 | 5,50 | 450 | 13,00 | 230 | 32,50 | 113 |
| 0,55 | 1 517 | 2,10 | 857 | 5,75 | 436 | 13,50 | 223 | 35,00 | 107 |
| 0,60 | 1 479 | 2,20 | 834 | 6,00 | 422 | 14,00 | 217 | 40,00 | 97 |
| 0,65 | 1 443 | 2,30 | 812 | 6,25 | 409 | 14,50 | 211 | 45,00 | 89 |
| 0,70 | 1 409 | 2,40 | 792 | 6,50 | 397 | 15,00 | 205 | 50,00 | 83 |
| 0,75 | 1 377 | 2,50 | 772 | 6,75 | 386 | 15,50 | 200 | 55,00 | 78 |
| 0,80 | 1 346 | 2,60 | 754 | 7,00 | 375 | 16,00 | 195 | 60,00 | 74 |
| 0,85 | 1 316 | 2,70 | 736 | 7,25 | 365 | 16,50 | 190 | 70,00 | 67 |
| 0,90 | 1 288 | 2,80 | 720 | 7,50 | 356 | 17,00 | 186 | 80,00 | 62 |
| 0,95 | 1 261 | 2,90 | 704 | 7,75 | 347 | 17,50 | 182 | 90,00 | 58 |

## BIBLIOGRAFIA


Faires, Virgil M. — *Thermodynamics, The Mac Millan Company*

Lewis e Von Elbe — *Combustion Flames and Explosions, Academic Press*

Jost, W. — *Explosion and Combustion Processes in Gases, Mc Grow-Hill*

Keenan e Kaye — *Gas Tables, J. Wiley*

C. D. U. 691.328:624.043:624.071

# DIMENSIONAMENTO DE TIRANTES PRISMÁTICOS DE BETÃO ARMADO

por JOÃO A. CERVEIRA DO AMARAL
Engenheiro civil (I. S. T.)

RESUMO

*Apresentam-se tabelas de verificação da segurança em relação à fendilhação, de acordo com o Regulamento de Estruturas de Betão Armado, para tirantes prismáticos de betão armado, e um formulário para o cálculo dos esforços em vigas penduradas de tirantes.*

SYNOPSIS

*Security verification tables in relation to cracking, according to the Regulation of Reinforced Concrete Structures, for prismatic tie-rods of reinforced concrete, and a formulary for the calculation of strains in beams hanging from tie members are presented*

## 1. GENERALIDADES

O uso de peças submetidas à tracção axial, em estruturas de betão armado, não tem sido muito generalizado em virtude da aplicação deste material ser, normalmente, mais económica na compressão e na flexão.

Verifica-se, no entanto, que muitas soluções estruturais consideram a existência de peças de betão trabalhando à tracção. É, por exemplo, o caso das peças de asnas de betão, tirantes de suspensão de pavimentos ou tabuleiros, etc.

No caso de muros de suporte de apreciável altura, pode ser económico criar um apoio superior, que pode ser materializado por um tirante ancorado numa viga ou num bloco de betão.

A fig. 1 apresenta o esquema de uma estrutura, realizada em Lisboa, deste tipo (*).

Em estruturas de edifícios também podem obter-se soluções interessantes, lançando mão do uso de tirantes prismáticos. A fig. 2 esquematiza a localização dos tirantes na estrutura de um edifício, construído em Lisboa cuja fotografia se apresenta na fig. 3 (**).

As novas teorias para o dimensionamento de tirantes de betão armado, considerando um limite máximo para a abertura de fissuras, conduzem a soluções mais económicas do que os que se obtinham pelos processos clássicos, quando se reduzia arbitràriamente a tensão de segurança para, como se considerava, evitar a fissuração. Este facto poderá intensificar o uso destes elementos nas estruturas.

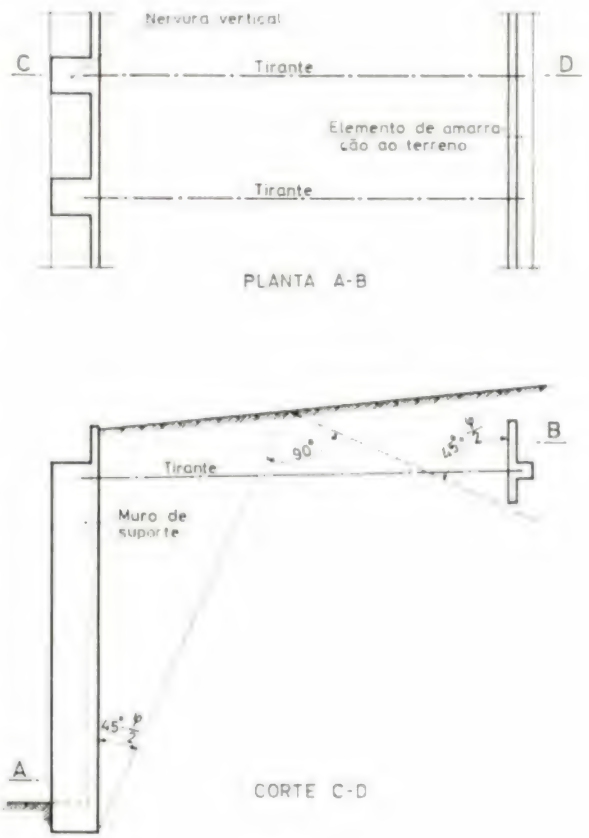



Fig. 1

Com o objectivo de evitar a corrosão das armaduras, bem como o aspecto desagradável que apresenta uma estrutura fissurada, há que limitar a largura máxima das fendas, em função

* Parede do topo da subestação principal do Metropolitano de Lisboa, edifício semi-enterrado, construído no gaveto da avenida Fontes Pereira de Melo para a avenida Sidonio Pais.

** Edifício existente na rua Ilha do Príncipe (engº. Brazão Farinha).

da utilização da obra, e do ambiente a que estará sujeita.

De acordo com o Comité Europeu do Betão, o nosso Regulamento de Estruturas de Betão Armado

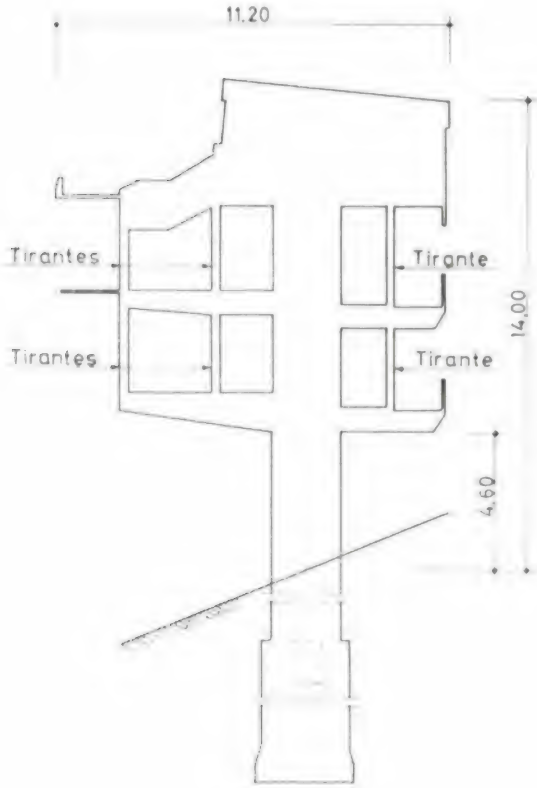



Fig. 2

Fig. 3

indica as seguintes aberturas máximas permitidas, função do ambiente que afecta a obra:

| | |
|---|---|
| Estruturas protegidas . . . . . | 0,3 mm |
| Estruturas não protegidas . . . . . | 0,2 mm |
| Estruturas expostas a ambientes particularmente agressivos ou que tenham de apresentar certa impermeabilidade a líquidos ou gases . . . . . | 0,1 mm |

## 2. TABELAS

O REBA estabelece, no seu artigo n.º 39.º, para o dimensionamento de tirantes de betão armado, a condição seguinte:

$$w \max < \left(1{,}5\ c + k_3 \frac{\phi}{\tilde{\omega}}\right)\left(\sigma_a - \frac{k_1}{\tilde{\omega}}\right) \times 10^{-6}$$

nesta expressão:

- $w \max$ — largura máxima da fenda
- $c$ — recobrimento das armaduras
- $\phi$ — diâmetro dos varões
- $k_1$ e $k_3$ — coeficientes que dependem da aderência entre as armaduras e o betão e do modo como é definida a percentagem de armadura ($k_1 = 30$; $k_3 = 0{,}16$)
- $\tilde{\omega}$ — percentagem das armaduras em relação à área total da secção
- $\sigma_a$ — tensão instalada na armadura

Analisando a expressão anterior, verifica-se que a diminuição da largura das fissuras poderá alcançar-se com o aumento da percentagem da armadura ou com a diminuição do diâmetro dos varões. Esta diminuição, porém, não deve ser excessiva, uma vez que os diâmetros menores são mais vulneráveis ao fenómeno da corrosão.

A partir desta expressão elaboraram-se as tabelas 1 a 3 que dão os valores de $\sigma_a$ para percentagens variando de 1 a 8 % correspondentes aos diâmetros de 6 a 40 mm e para valores de recobrimento de 1 a 4 centímetros.

Com os valores de $\sigma_a$ tirados das tabelas, calcula-se a secção da armadura pela expressão

$$A = \frac{\gamma_s F}{\sigma_a}$$

e, a partir da secção A da armadura, determina-se a secção de betão pela expressão

$$B = \frac{A}{\tilde{\omega}}$$

Para efeito de dimensionamento, $\sigma_a$ deverá ser sempre menor ou igual à tensão de cálculo, $\sigma_a^*$ definidos no R E B A (2090 kg/cm² por a A 24 e 3480 kg/cm² por a A 40), considerada a força F com o correspondente coeficiente de majoração $\gamma_s$

Exemplo: Dimensionar um tirante de betão armado com aço A 40, para uma carga de serviço de 40 tf, com um recobrimento de 4 cm, a executar em ambiente não protegido.

Dados: F = 40 tf.; c = 4 cm; $\sigma_a^* = 3.480$ kgf cm².

Adoptando uma percentagem de 1% verifica-se pela tabela 2 que poderemos usar a tensão máxima de 3.480 kgf/cm² para diâmetros inferiores a 25 mm, pois o valor de $\sigma_a$ da tabela, correspondente à condição,

TABELA 1

Valor de $\sigma_a$ para estruturas protegidas ($w_{máx.}$ = 0,3 mm)

| Recobrimento | Ø mm | Valores de $\tilde{\omega} = \frac{A}{B}$ 1% | 2% | 3% | 4% | 5% | 6% | 7% | 8% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| c = 1 cm | 6 | 4 892 | — | — | — | — | — | — | — |
| | 8 | 4 469 | 5 297 | — | — | — | — | — | — |
| | 10 | 4 200 | 4 658 | 5 412 | — | — | — | — | — |
| | 12 | 4 014 | 4 203 | 4 817 | 5 512 | — | — | — | — |
| | 16 | 4 107 | 3 598 | 4 006 | 4 547 | 5 132 | 5 800 | — | — |
| | 20 | 3 896 | 3 214 | 3 479 | 3 908 | 4 397 | 4 978 | 5 347 | 5 830 |
| | 25 | 3 723 | 2 895 | 3 034 | 3 359 | 3 758 | 4 250 | 4 567 | 5 898 |
| | 32 | 3 569 | 2 607 | 2 625 | 2 848 | 3 155 | 3 555 | 3 815 | 4 173 |
| | 40 | 3 458 | 2 396 | 2 322 | 2 464 | 2 698 | 3 021 | 3 233 | 3 533 |
| c = 2 cm | 6 | 5 381 | 5 346 | 5 854 | — | — | — | — | — |
| | 8 | 4 899 | 4 691 | 5 144 | 5 589 | — | — | — | — |
| | 10 | 4 579 | 4 227 | 4 614 | 5 036 | 5 438 | 5 857 | — | — |
| | 12 | 4 351 | 3 881 | 4 205 | 4 596 | 4 985 | 5 402 | 5 637 | — |
| | 16 | 4 049 | 3 399 | 3 613 | 3 941 | 4 294 | 4 690 | 4 920 | 5 198 |
| | 20 | 3 857 | 3 079 | 3 206 | 3 477 | 3 791 | 4 159 | 4 376 | 4 661 |
| | 25 | 3 732 | 3 000 | 2 846 | 3 058 | 3 327 | 3 658 | 3 858 | 4 125 |
| | 32 | 3 554 | 2 549 | 2 503 | 2 649 | 2 865 | 3 150 | 3 325 | 3 566 |
| | 40 | 3 448 | 2 357 | 2 240 | 2 329 | 2 498 | 2 739 | 2 888 | 3 102 |
| c = 3 cm | 6 | 5 128 | 4 726 | 4 906 | 5 098 | 5 273 | 5 450 | 5 531 | 5 638 |
| | 8 | 4 734 | 4 252 | 4 432 | 4 646 | 4 849 | 5 059 | 5 161 | 5 293 |
| | 10 | 4 463 | 3 900 | 4 061 | 4 279 | 4 496 | 4 725 | 4 841 | 4 990 |
| | 12 | 4 266 | 3 628 | 3 762 | 3 976 | 4 197 | 4 437 | 4 561 | 4 723 |
| | 16 | 3 997 | 3 087 | 3 311 | 3 502 | 3 719 | 3 964 | 4 096 | 4 271 |
| | 20 | 3 822 | 2 963 | 2 987 | 3 150 | 3 352 | 3 593 | 3 726 | 3 904 |
| | 25 | 3 674 | 2 724 | 2 690 | 2 819 | 3 000 | 3 227 | 3 356 | 3 533 |
| | 32 | 3 539 | 2 497 | 2 398 | 2 481 | 2 635 | 2 840 | 2 959 | 3 127 |
| | 40 | 3 438 | 2 322 | 2 167 | 2 213 | 2 334 | 2 513 | 2 619 | 2 775 |
| c = 4 cm | 6 | 4 923 | 4 278 | 3 288 | 4 321 | 4 388 | 4 468 | 4 494 | 4 542 |
| | 8 | 4 596 | 3 919 | 3 930 | 4 011 | 4 105 | 4 213 | 4 255 | 4 322 |
| | 10 | 4 364 | 3 643 | 3 655 | 3 750 | 3 861 | 3 988 | 4 043 | 4 125 |
| | 12 | 4 190 | 3 423 | 3 427 | 3 528 | 3 649 | 3 789 | 3 854 | 3 946 |
| | 16 | 3 949 | 3 096 | 3 072 | 3 169 | 3 298 | 3 453 | 3 528 | 3 636 |
| | 20 | 3 789 | 2 864 | 2 840 | 2 893 | 3 019 | 3 178 | 3 259 | 3 375 |
| | 25 | 3 682 | 2 804 | 2 558 | 2 625 | 2 743 | 2 900 | 2 982 | 3 102 |
| | 32 | 3 524 | 2 449 | 2 307 | 2 346 | 2 447 | 2 595 | 2 674 | 2 794 |
| | 40 | 3 428 | 2 289 | 2 103 | 2 114 | 2 196 | 2 329 | 2 403 | 2 518 |

TABELA 2

Valor de $\sigma_a$ para estruturas não protegidas ($w_{máx.}$ = 0,2 mm)

| Recobrimento | Ø mm | Valores de $\tilde{\omega} = \frac{A}{B}$ 1% | 2% | 3% | 4% | 5% | 6% | 7% | 8% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| c = 1 cm | 6 | 4 802 | 4 675 | 5 274 | 5 878 | — | — | — | — |
| | 8 | 4 399 | 4 032 | 4 484 | 5 005 | 5 526 | — | — | — |
| | 10 | 4 143 | 3 605 | 3 941 | 4 386 | 4 855 | 5 378 | 5 692 | — |
| | 12 | 3 966 | 3 302 | 3 545 | 3 925 | 4 345 | 4 829 | 5 124 | 5 503 |
| | 16 | 3 738 | 2 899 | 3 004 | 3 282 | 3 621 | 4 034 | 4 290 | 4 630 |
| | 20 | 3 597 | 2 643 | 2 653 | 2 855 | 3 132 | 3 485 | 3 708 | 4 011 |
| | 25 | 3 482 | 2 430 | 2 356 | 2 489 | 2 705 | 3 000 | 3 188 | 3 452 |
| | 32 | 3 380 | 2 238 | 2 083 | 2 149 | 2 305 | 2 537 | 2 686 | 2 907 |
| | 40 | 3 305 | 2 097 | 1 881 | 1 893 | 1 999 | 2 181 | 2 298 | 2 480 |
| c = 2 cm | 6 | 4 587 | 4 064 | 4 236 | 4 454 | 4 665 | 4 886 | 4 995 | 5 137 |
| | 8 | 4 266 | 3 628 | 3 762 | 3 976 | 4 197 | 4 437 | 4 561 | 4 723 |
| | 10 | 4 053 | 3 318 | 3 410 | 3 607 | 3 826 | 4 071 | 4 203 | 4 375 |
| | 12 | 3 901 | 3 087 | 3 137 | 3 314 | 3 524 | 3 768 | 3 901 | 4 079 |
| | 16 | 3 699 | 2 766 | 2 742 | 2 878 | 3 063 | 3 293 | 3 423 | 3 601 |
| | 20 | 3 571 | 2 553 | 2 471 | 2 568 | 2 728 | 2 939 | 3 061 | 3 232 |
| | 25 | 3 488 | 2 500 | 2 231 | 2 288 | 2 418 | 2 605 | 2 715 | 2 875 |
| | 32 | 3 369 | 2 199 | 2 002 | 2 016 | 2 111 | 2 267 | 2 359 | 2 503 |
| | 40 | 3 299 | 2 071 | 1 826 | 1 803 | 1 866 | 1 993 | 2 069 | 2 193 |
| c = 3 cm | 6 | 4 418 | 3 651 | 3 604 | 3 649 | 3 715 | 3 800 | 3 830 | 3 884 |
| | 8 | 4 156 | 3 335 | 3 288 | 3 347 | 3 433 | 3 540 | 3 584 | 3 654 |
| | 10 | 3 976 | 3 100 | 3 041 | 3 103 | 3 197 | 3 317 | 3 370 | 3 462 |
| | 12 | 3 844 | 2 918 | 2 842 | 2 901 | 2 998 | 3 125 | 3 181 | 3 274 |
| | 16 | 3 664 | 2 558 | 2 541 | 2 585 | 2 679 | 2 809 | 2 874 | 2 972 |
| | 20 | 3 548 | 2 476 | 2 325 | 2 350 | 2 435 | 2 562 | 2 627 | 2 729 |
| | 25 | 3 449 | 2 316 | 2 127 | 2 129 | 2 200 | 2 318 | 2 380 | 2 490 |
| | 32 | 3 359 | 2 164 | 2 932 | 1 906 | 1 957 | 2 060 | 2 115 | 2 210 |
| | 40 | 3 292 | 2 048 | 1 778 | 1 726 | 1 756 | 1 842 | 1 889 | 1 975 |
| c = 4 cm | 6 | 4 282 | 3 352 | 3 179 | 3 131 | 3 125 | 3 135 | 3 139 | 3 153 |
| | 8 | 4 064 | 3 113 | 2 953 | 2 923 | 2 936 | 2 975 | 2 980 | 3 006 |
| | 10 | 3 909 | 2 929 | 2 770 | 2 750 | 2 774 | 2 825 | 2 839 | 2 876 |
| | 12 | 3 794 | 2 782 | 2 537 | 2 602 | 2 632 | 2 693 | 2 712 | 2 756 |
| | 16 | 3 633 | 2 564 | 2 381 | 2 363 | 2 398 | 2 468 | 2 495 | 2 549 |
| | 20 | 3 526 | 2 409 | 2 271 | 2 178 | 2 213 | 2 286 | 2 316 | 2 375 |
| | 25 | 3 454 | 2 369 | 2 039 | 2 000 | 2 028 | 2 100 | 2 131 | 2 194 |
| | 32 | 3 350 | 3 133 | 1 871 | 1 814 | 1 832 | 1 897 | 1 926 | 1 988 |
| | 40 | 3 286 | 2 026 | 1 735 | 1 659 | 1 664 | 1 719 | 1 745 | 1 804 |

$$w\ max < \left(1{,}5\ c + k_3 \frac{\phi}{\bar{\omega}}\right) \left(\sigma - \frac{k_1}{\bar{\omega}}\right) \times 10^{-6}$$

ultrapassado o valor 3.480 kgf/cm² para $\phi < 25$ mm

TABELA 3

Valor de $\sigma_a$ para estruturas expostas a ambientes agressivos ($w_{máx.} = 0{,}1$ mm)

| Recobrimento | ø mm | Valores de $\bar{\omega} = \frac{A}{B}$ 1% | 2% | 3% | 4% | 5% | 6% | 7% | 8% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| c = 1 cm | 6 | 3 901 | 3 087 | 3 128 | 3 314 | 3 524 | 3 726 | 3 911 | 4 079 |
| | 8 | 3 699 | 2 766 | 2 734 | 2 878 | 3 063 | 3 252 | 3 433 | 3 601 |
| | 10 | 3 571 | 2 553 | 2 463 | 2 568 | 2 728 | 2 900 | 3 070 | 3 232 |
| | 12 | 3 483 | 2 401 | 2 266 | 2 337 | 2 473 | 2 628 | 2 785 | 2 939 |
| | 16 | 3 369 | 2 199 | 1 997 | 2 016 | 2 111 | 2 234 | 2 368 | 2 503 |
| | 20 | 3 299 | 2 071 | 1 822 | 1 803 | 1 866 | 1 963 | 2 076 | 2 193 |
| | 25 | 3 241 | 1 965 | 1 674 | 1 620 | 1 653 | 1 724 | 1 815 | 1 913 |
| | 32 | 3 190 | 1 869 | 1 539 | 1 449 | 1 452 | 1 497 | 1 563 | 1 641 |
| | 40 | 3 153 | 1 799 | 1 438 | 1 321 | 1 299 | 1 322 | 1 368 | 1 428 |
| c = 2 cm | 6 | 3 794 | 2 782 | 2 613 | 2 602 | 2 633 | 2 674 | 2 716 | 2 756 |
| | 8 | 3 633 | 2 564 | 2 376 | 2 363 | 2 399 | 2 448 | 2 500 | 2 549 |
| | 10 | 3 526 | 2 409 | 2 200 | 2 179 | 2 213 | 2 265 | 2 320 | 2 375 |
| | 12 | 3 450 | 2 294 | 2 064 | 2 032 | 2 062 | 2 113 | 2 170 | 2 227 |
| | 16 | 3 350 | 2 133 | 1 867 | 1 814 | 1 832 | 1 876 | 1 931 | 1 988 |
| | 20 | 3 286 | 2 026 | 1 732 | 1 659 | 1 664 | 1 700 | 1 749 | 1 804 |
| | 25 | 3 233 | 1 935 | 1 612 | 1 519 | 1 509 | 1 534 | 1 576 | 1 625 |
| | 32 | 3 185 | 1 850 | 1 498 | 1 383 | 1 355 | 1 367 | 1 398 | 1 439 |
| | 40 | 3 149 | 1 786 | 1 411 | 1 276 | 1 233 | 1 232 | 1 252 | 1 284 |
| c = 3 cm | 6 | 3 709 | 2 575 | 2 299 | 2 199 | 2 158 | 2 139 | 2 132 | 2 129 |
| | 8 | 3 578 | 2 417 | 2 141 | 2 049 | 2 016 | 2 008 | 2 009 | 2 014 |
| | 10 | 3 488 | 2 300 | 2 017 | 1 926 | 1 899 | 1 895 | 1 902 | 1 913 |
| | 12 | 3 422 | 2 209 | 1 917 | 1 825 | 1 799 | 1 799 | 1 809 | 1 824 |
| | 16 | 3 332 | 2 078 | 1 767 | 1 667 | 1 640 | 1 641 | 1 654 | 1 674 |
| | 20 | 3 274 | 1 988 | 1 659 | 1 550 | 1 517 | 1 517 | 1 531 | 1 551 |
| | 25 | 3 225 | 1 908 | 1 561 | 1 440 | 1 400 | 1 396 | 1 408 | 1 428 |
| | 32 | 3 180 | 1 832 | 1 464 | 1 328 | 1 278 | 1 267 | 1 275 | 1 292 |
| | 40 | 3 146 | 1 774 | 1 387 | 1 238 | 1 178 | 1 159 | 1 162 | 1 175 |
| c = 4 cm | 6 | 3 641 | 2 426 | 2 087 | 1 940 | 1 863 | 1 816 | 1 785 | 1 764 |
| | 8 | 3 532 | 2 306 | 1 974 | 1 837 | 1 768 | 1 730 | 1 706 | 1 691 |
| | 10 | 3 455 | 2 214 | 1 882 | 1 750 | 1 687 | 1 654 | 1 635 | 1 625 |
| | 12 | 3 397 | 2 141 | 1 806 | 1 676 | 1 616 | 1 586 | 1 572 | 1 565 |
| | 16 | 3 316 | 2 032 | 1 688 | 1 556 | 1 499 | 1 474 | 1 464 | 1 462 |
| | 20 | 3 263 | 1 955 | 1 600 | 1 464 | 1 406 | 1 382 | 1 375 | 1 375 |
| | 25 | 3 217 | 1 885 | 1 517 | 1 375 | 1 314 | 1 289 | 1 282 | 1 284 |
| | 32 | 3 175 | 1 816 | 1 434 | 1 282 | 1 216 | 1 188 | 1 180 | 1 181 |
| | 40 | 3 143 | 1 763 | 1 366 | 1 205 | 1 132 | 1 100 | 1 089 | 1 089 |

Então a armadura necessária será:

$$A = \frac{1{,}5 \times 40.000}{3.480} = 17{,}\text{cm}^2 -$$

$$- 4\ \phi\ 25\ \text{mm}(20{,}3\ \text{cm}^2)$$

e a secção de betão:

$$B = \frac{20{,}3}{0{,}01}\ 2.030\ \text{cm}^2\ (45\ \text{cm} \times 45\ \text{cm} = 2025\ \text{cm}^2)$$

Comparando o resultado acima obtido com o determinado pelo método elastico, vemos que seria

$$A = \frac{40.000}{2.400} = 16{,}7\ \text{cm}^2 < 17{,}4\ \text{cm}^2.$$

Na hipótese de se haver obtido um valor maior, teria sido este último o adoptado.

## 3. FORMULÁRIO PARA VIGAS SUSPENSAS

De acordo com o referido, torna-se por vezes necessário elaborar cálculos de vigas com um ou mais pontos suspensos de tirantes. Há, naturalmente, que atender à deformação destes, e os formulários à nossa disposição não consideram este caso, falta que vamos procurar preencher, pelo menos em parte.

### 3.1 Vigas isostáticas

Na hipótese de vigas isostáticas como são as indicadas no quadro final, elas comportam-se como vigas simplesmente apoiadas.

### 3.2 Vigas hiperestáticas

Consideramos as hipóteses de tirantes de aço e tirante de betão, admitindo que, em qualquer caso, a ligação do tirante à viga se comporta como um apoio de rotação livre, não absorvendo quaisquer momentos. Até aqui temos adoptado as notações do Regulamento de Estruturas de Betão Armado, que abandonamos daqui em diante por não ser adaptável tal notação aos outros domínios da Estabilidade.

Na hipótese de tirantes de aço, a extensão é dada por $\Delta = \frac{d}{S\,E} R_1$ sendo $R_1$ a reacção do apoio 1, S a secção do tirante e $E_a$ o módulo de elasticidade do aço.

No caso de tirante de betão, $\Delta = \frac{d}{E_a} \left(\frac{R_1 - 30}{S_a} S_b\right)$ sendo $S_a$ a área da armadura do tirante e $S_b$ a área da secção total deste, considerada como sendo toda de betão.

Seja $E_b$ o módulo de elasticidade do betão e I o momento de inércia da viga, e tomemos $\frac{E_a}{E_b} = 10$ de acordo com o R. E. B. A.

3.2.1 — **Viga encastrada num dos extremos prolongada por consola no outro extremo (caso do muro de suporte com tirantes).**

Teremos, devido à rotação dos nós, a seguinte distribuição de momentos (método de Cross):

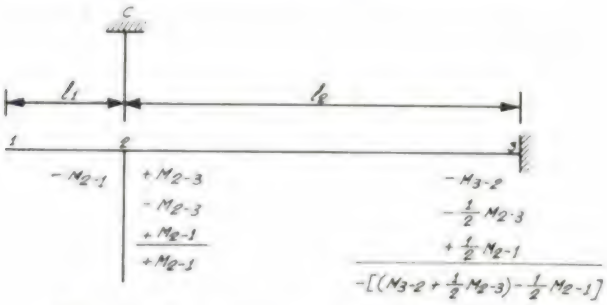



Fig. 4 — Viga com consola, encastrada em 3 e suspensa de 2

e, devido ao assentamento do apoio 2,

$$R_2 = -R_3 = -\frac{3\,EI}{l_2^3}\Delta \quad ; \quad M_B = -\frac{3\,EI}{l_2^2}\Delta$$

3.2.1.1 — *Carga uniformemente distribuida em todo o comprimento da viga*

$M_{2-1} = \frac{g\,l_1^2}{2}$ ; $M_{2-3} = M_{3-2} = \frac{g\,l_2^2}{12}$ por os sinais já estarem evidenciados nos valores indicados na fig. 4

$$M_{3-2} = -\frac{g}{8}(l_2^2 - 2\,l_1^2) - \frac{3\,EI}{l_2^2}\Delta$$

$$R_2 = \frac{(6\,l_1^2 + 8\,l_1\,l_2 + 3\,l_2^2)}{8\,l_2}\,g - \frac{3\,EI}{l_2^3}\Delta$$

No caso de tirantes de aço vem

$$R_2 = \frac{(6\,l_1^2 + 8\,l_1\,l_2 + 3l_2^2)}{8\,l_2\left(1 + \frac{3\,I\,d}{10\,l_2^3\,S}\right)}\,g =$$

$$= \frac{5\,l_2^2\,S\,(6\,l_1^2 + 8\,l_1\,l_2 + 3\,l_2^2)}{4\,(10\,l_2^3\,S + 3\,I\,d)}$$

No caso de tirante de betão vem, anàlogamente,

$$R_2 = \frac{\frac{6\,l_1^2 + 8\,l_1\,l_2 + 3\,l_2^2}{8\,l_2}\,g + \frac{9\,I\,d\,S_b}{l_2^3\,S_a}}{1 + \frac{3\,I\,d}{10\,l_2^3\,S_a}}$$

e conhecido o valor de $R_2$ o sistema torna-se estàticamente determinado.

3.2.1.2 — *Carga distribuida triangular ao longo do comprimento da viga*

$$M_{2-1} = \frac{g\,l_1^3}{6\,(l_1 + l_2)}$$

$$M_{2-3} = \frac{\left(3\,\frac{l_1}{l_1 + l_3} + 2\right)g}{60}\,l_2^2 =$$

$$= \frac{5\,l_1 + 2\,l_2}{60\,(l_1 + l_2)}\,g\,l_2^2$$

$$M_{3-2} = \frac{\left(2\,\frac{l_1}{l_1 + l_2} + 3\right)g}{60}\,l_2^2 =$$

$$= \frac{5\,l_1 + 3\,l_2}{60\,(l_1 + l_2)}\,g\,l_2^2$$

e teremos

$$M_3 = -\frac{(15\,l_1 + 8\,l_2)\,l_2^2 - 10\,l_1^3}{120\,(l_1 + l_2)}\,g - \frac{3\,EI}{l_2^2}\Delta$$

$$R_2 = \frac{45\,l_1\,l_2^2 + 60\,l_1^2\,l_2 + 12\,l_2^3\,30\,l_1^3}{120\,l_2\,(l_1 + l_2)}\,g -$$

$$- \frac{3\,EI}{l_2^3}\Delta$$

$$R_3 = \frac{75\,l_1\,l_2^2 + 48\,l_2^3 - 30\,l_1^3}{120\,(l_1 + l_2)}\,g + \frac{3\,EI}{l_2^3}\Delta$$

Na hipótese das vigas suspensas de tirantes de aço vem:

$$R_2 = \frac{45\,l_1\,l_2^2 + 60\,l_1^2\,l_2 + 12\,l_2^3 + 30\,l_1^3}{120\,l_2\,(l_1 + l_2)\left(1 + \frac{3\,dI}{10\,l_2^3\,S}\right)}\,g$$

e no caso de utilização de tirantes de betão,

$$R_2 = \frac{1}{1 + \frac{3\,dI}{10\,l_2^3 S_a}} \times$$

$$\times \left[ \frac{45\,l_1 l_2^2 + 60\,l_1^2 l_2 + 12\,l_2^3 + 30\,l_1^3}{120\,l_2\,(l_1 + l_2)}\,g + \right.$$

$$\left. + \frac{9\,dIS_b}{l_2^3 S_a} \right]$$

3.2.1.3 — *Carga de distribuição trapezoidal linearmente crescente a todo o comprimento da viga*

$$M_2 = \frac{l_1^2 (2\,l_1 g\,l + 3\,l_2 g\,l + l_1 g_2)}{6\,(l_1 + l_2)}$$

$$M_{2-3} = \frac{l_2^2}{60} \left[ \frac{3\,(l_2 g_1 + l_1 g_2)}{l_1 + l_2} + 2\,g_2 \right]$$

$$M_{3-2} = \frac{l_2^2}{60} \left[ \frac{2\,(l_2 g_1 + l_1 g_2)}{l_1 + l_2} + 3\,g_2 \right]$$

e teremos:

$$M_3 = -\frac{1}{120\,(l_1 + l_2)} \left[ (7\,l_2^3 - 20\,l_1^3 - \right.$$

$$\left. - 30\,l_1^2 l_2)\,g_1 + (18\,l_1 l_2^2 + 8\,l_2^3 - 10\,l_1^3)\,g_2 \right] +$$

$$+ \frac{3\,EI}{l_2^2}\,\Delta$$

$$R_2 = \frac{1}{120\,l_2\,(l_1 + l_2)} \times$$

$$\times \left[ (120\,l_1 l_2^2 + 33\,l_2^3 + 60\,l_1^3 + 150\,l_1^2 l_2)\,g_1 + \right.$$

$$\left. + (60\,l_1^2 l_2 + 45\,l_1 l_2^2 + 12\,l_2^3 + 30\,l_2^3)\,g_2 \right] +$$

$$+ \frac{3\,EI}{l_2^3}\,\Delta$$

No caso de tirante de aço, vem:

$$R_2 = \frac{10\,l_2^2 S}{120\,(l_1 + l_2)\,(10\,l_2^3 S_2 - 3\,dI)} \times$$

$$\times [\,(120\,l_1 l_2^2 + 33\,l_2^3 + 60\,l_1^3 + 150\,l_1^2 l_2)\,g_1 +$$

$$+ (60\,l_1^2 l_2 + 45\,l_1 l_2^2 + 12\,l_1^3 + 30\,l_1^2)\,g_2]$$

e no caso de tirantes de betão armado

$$R_2 = \frac{\frac{-9\,dIS_b}{l_2^3 S_a}}{120\,l_2\,(l_1 + l_2)\left(l_1 - \frac{3\,dI}{10\,l_2^3 S_a}\right)} \times$$

$$\times [\,(120\,l_1 l_2^2 + 33\,l_2^3 + 60\,l_1^3 + 150\,l_1^2 l_2)g_1 +$$

$$+ (60\,l_1^2 l_2 + 45\,l_1 l_2^2 + 12\,l_2^3 + 30\,l_1^3)\,g_2\,]$$

3.2.1.4 — *Variação de temperatura*

A variação $\pm\Delta_t$ de temperatura provoca uma variação de comprimento do tirante $\Delta = \alpha\,d\,\Delta_t$ sendo $\alpha_a = 0{,}0000120$ e $\alpha_b = 0{,}00001$.

Teremos portanto, para o caso de tirante de aço

$$R_1 = \mp \frac{0{,}000036\,d\,E\,I}{l^3}\,\Delta t$$

$$M_2 = \mp \frac{0{,}000036\,d\,E\,I}{l^2}\,\Delta t$$

e para o tirante de betão

$$R_1 = \mp \frac{0{,}00003\,d\,E\,I}{l^3}\,\Delta t$$

$$M_2 = \mp \frac{0{,}00003\,d\,E\,I}{l^2}\,\Delta t$$

3.2.2 — **Viga continua de 3 vãos suspensa num dos extremos e encastrada no outro**

A distribuição de momentos corresponde ao indicado na fig. 2 para a carga uniformemente distribuida geral

A distribuição de momentos para o assentamento do apoio 1 resultante da deformação do tirante está indicado na fig. 6.

$$M_1 = 0 \qquad M_2 = -\left[ \frac{l_2^3 + 2\,l_1^3}{4\,(3\,l_2 + 4\,l_1)}\,g + \right.$$

$$\left. + \frac{12\,l_1\,EI}{l_2^2 (3\,l_2 + 4\,l_1)}\,\Delta \right]$$

$$M_3 = -\left[ \frac{l_2^2 (l_2 2\,l_1) - l_1^3}{4\,(3\,l_2 + 4\,l_1)}\,g - \right.$$

$$\left. - \frac{9\,l_1\,EI}{2\,l_2^2 (3\,l_2 + 4\,l_1)}\,\Delta \right]$$

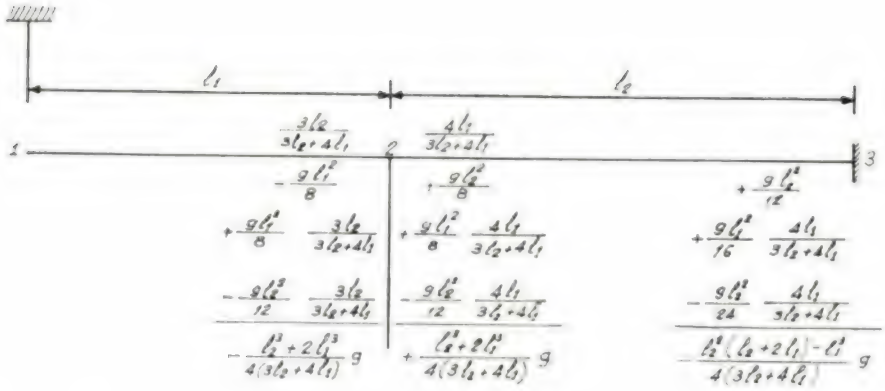



Fig. 5 — Viga contínua de dois tramos encastrada em 3, apoiada em 2 e suspensa de 1. Distribuição de momentos correspondentes à carga actuante

$$R_1 = \frac{6\,l_1^2\,l_2 + 6\,l_1^3 - l_2^3}{4\,l_1\,(3\,l_2 + 4\,l_1)}\,g - \frac{12\,EI}{l_2^2\,(3\,l_2 + 4\,l_1)}\,\Delta$$

$$R_2 = \frac{12\,l_1^2\,l_2^2 + 10\,l_1^3\,l_2 + 6\,l_1\,l_2^3 + l_2^4 + 3\,l_1^4}{4\,l_1\,l_2\,(3\,l_2 + 4\,l_1)}\,g + \frac{(33\,l_1 + 24\,l_2)\,EI}{2\,l_2^3\,(3\,l_2 + 4\,l_1)}\,\Delta$$

$$R_3 = \frac{10\,l_1\,l_2^2 + 6\,l_2^3 - 3\,l_1^3}{4\,l_2\,(3\,l_2 + 4\,l_1)}\,g - \frac{33\,l_1\,EI}{2l_2^3(3l_2 + 4l_1)}\,\Delta$$

No caso de tirantes de aço vem:

$$R_1 = \frac{5\,l_2^2\,(6\,l_1^2\,l_2 + 6\,l_1^3 - l_2^3)\,S}{4\,l_1\,[5\,l_2^2\,(3\,l_2 + 4\,l_1)\,S + 6\,dI]}\,g$$

$$R_2 = \frac{20\,l_2^3}{4\,l_1\,l_2} \times \frac{(12\,l_1^2\,l_2 + 10\,l_1^3\,l_2 + 6\,l_1\,l_2^3 + l_2^4 + 3\,l_1^4)\,S}{[20\,l_2^3\,(3\,l_2 + 4\,l_1)\,S - 3\,(11\,l_1 + 8\,l_2)\,Id]}\,g$$

$$R_3 = \frac{20\,l_2^3\,(10\,l_1\,l_2^2 + 6\,l_2^3 - 3\,l_1^2)\,S}{4\,l_2\,[20\,l_2^3\,(3\,l_2 + 4\,l_1)\,S + 33\,Id]}\,g$$

No caso de tirantes de betão armado com aço A-40, A-50, A-60, etc. vem respectivamente

$$R_1 = \left[\frac{6\,l_1^2\,l_1 + 6\,l_1^3 - l_2^3}{4\,l_1\,(3\,l_2 + 4\,l_1)}\,g + \frac{24\,d\,I\,S_b}{l_2^2\,(3\,l_2 + 4\,l_1)\,S_a}\right] \frac{5\,l_2^2\,(3\,l_2 + 4\,l_1)\,S_a}{5\,l_2^2\,(3\,l_2 + 4\,l_1)\,Sa + 6\,I\,d}$$

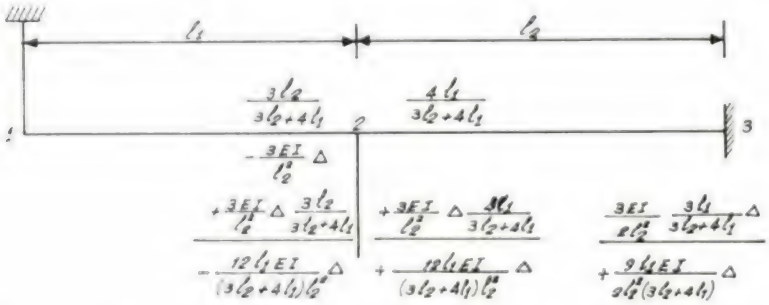



Fig. 6 — Viga da fig. 5, distribuição de momentos para a deslocação do apoio 1

$$R_2 = \left[ \frac{12\, l_1^2 l_2^2 + 10\, l_1^3 l_2 + 6\, l_1 l_2^3 + l_2^4 + 3\, l_1^4}{4\, l_1 l_2 (3\, l_2 + 4\, l_1)} g - \frac{3\,(33\, l_1 + 24\, l_2)\, I\, d\, S_b}{2\, l_2^3 (3\, l_2 + 4\, l_1)\, S_a} \right] \frac{20\, l_2^3 (3\, l_2 + 4\, l_1)\, S_a}{20\, l_2^3 (3\, l_2 + 4\, l_1)\, S_a - (32\, l_1 + 24\, l_2)\, I\, d}$$

$$R_3 = \left[ \frac{10\, l_1 l_2^2 + 6\, l_2^3 - 3\, l_1^3}{4\, l_2 (3\, l_2 + 4\, l_1)} g + \frac{99\, l_1\, I\, d\, S_b}{2 l_2^3 (3\, l_2 + 4\, l_1)\, S_a} \right] \frac{20\, l_2^3 (3\, l_2 + 4\, l_1)\, S_a}{20\, l_2^3 (3\, l_2 + 4\, l_1) S_a + 33\, l_1\, I\, d}$$

### 3.2.2 – Variação de temperatura

A variação $\pm \Delta t$ de temperatura, como já foi dito provoca uma variação de comprimento do tirante $\Delta = \alpha\, d\, \Delta t$, sendo $\alpha a = 0{,}0000120$ e $\alpha_b = 0{,}00001$.

Então será de uma maneira geral:

$$R_1 = \pm \frac{M_2}{l_1}$$

$$R_2 = \pm \frac{M_2}{l_1} + \left( \frac{\mp M_3 \pm M_2}{l_2} \right)$$

$$R_3 = \frac{\pm M_3 \mp M_2}{l_2}$$

Para o caso de tirantes de aço

$$M_1 = 0$$

$$M_2 = \mp \frac{12\, l_1\, E\, I}{(3\, l_2 + 4\, l_1)\, l_2^2} \Delta = \mp + \frac{0{,}000144\, l_1\, E\, I\, d}{(3\, l_2 + 4\, l_1)\, l_2^2} \Delta_t$$

$$M_3 = \mp \frac{9\, l_1\, E\, I}{2\, l_2^2 (3\, l_2 + 4\, l_1)} \Delta = \pm \pm \frac{0{,}000108\, l_1\, E\, I\, d}{2\, l_2^2 (3\, l_2 + 4\, l_1)} \Delta_t$$

Para o caso de tirantes de betão:

$$M_1 = 0$$

$$M_2 = \mp \frac{0{,}00012\, l_1\, E\, I\, d}{(3\, l_2 + 4\, l_1)\, l_2^2} \Delta_t$$

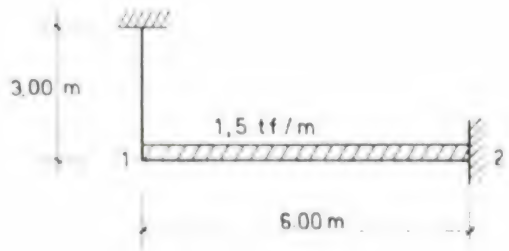
$$M_3 = \mp \frac{0{,}00009\, l_1\, E\, I\, d}{2\, l_2^2 (3\, l_2 + 4\, l_1)} \Delta_t$$

Exemplo: Uma viga de betão armado ($I = 0{,}0864$ m4) com um vão de 6,00 m, está suspensa no apoio 1 de um tirante de betão armado com 3,00 de altura e encastrada no apoio 2 como se esquematiza na figura.

Determinar os esforços na viga, considerando:

*a*) a solicitação de 1,5 tf/m cobrindo o vão

*b*) um aumento de temperatura de 10°C



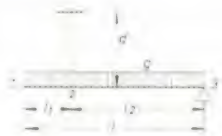
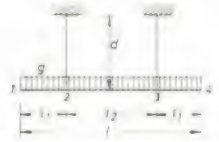
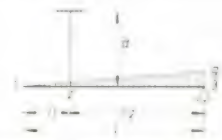

Secção do tirante: 0,25x0, 25 m² armado com 4 ø 20 mm

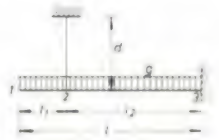
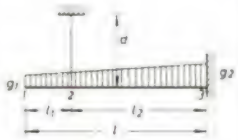
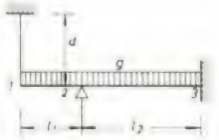
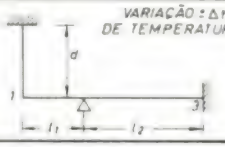
*a*)

d = 3,00 m
Sb = 0,0625 m²
Sa = 0,00126 m²
I = 0,0864 m⁴

# TABELA 4

## Vigas apoiadas em tirantes

| TIRANTES DE QUALQUER TIPO (VIGAS ISOSTÁTICAS) | | | |
|---|---|---|---|
| | $R_1 = R_3 = \frac{g\,l}{2}$<br>$M_{0,5\,l} = \frac{g\,l^2}{8}$ |  | $R_2 = \frac{g\,(l_1+l_2)^2}{2\,l_2}$<br>$R_3 = \frac{g\,(l_2^2-l_1^2)}{2\,l_2}$<br>$M_2 = \frac{g\,l_1^2}{2}$ |
|  | $R_2 = R_3 = \frac{g}{2}\,(l_2+2\,l_1)$<br>$M_2 = M_3 = -\frac{g\,l_1^2}{2}$<br>$M_{0,5\,l} = \frac{g}{8}\,(l_2^2+4\,l_1^2)$ |  | $R_1 = \frac{(3\,l_1+l_2)\,l_2}{6\,(l_1+l_2)}\,g$<br>$R_3 = \frac{3\,l_1^2+l_2^2}{6\,(l_1+l_2)}\,g$<br>$M_2 = -\frac{g\,l_1^2}{6\,(l_1+l_2)}\,g$ |

| HIPÓTESES DE CARGA E SUSTENTAÇÃO | TIRANTES DE AÇO (A24) E VIGA DE BETÃO ARMADO | TIRANTES DE BETÃO ARMADO (A40, A50, A60) E VIGA DE BETÃO ARMADO |
|---|---|---|
|  | $R_2 = \frac{5\,l_2^2\,S\,(6\,l_1^2+8\,l_1\,l_2+3\,l_2^2)}{4\,(10\,l_2^3\,S+3\,I\,d)}\,g$<br>$R_3 = (l_1+l_2)\,g - R_2$<br>$M_2 = -\frac{g\,l_1^2}{2}$<br>$M_3 = 6\,R_2 - \frac{g}{2}\,(l_1+l_2)^2$ | $R_2 = \left[\frac{6\,l_1^2+8\,l_1\,l_2+3\,l_2^2}{8\,l_2}\,g + \frac{9\,I\,d\,S_b}{l_2^3\,S_a}\right]\frac{10\,l_2^3\,S_a}{(10\,l_2^3\,S_a+3\,I\,d)}$<br>$R_3 = (l_1+l_2)\,g - R_2$<br>$M_2 = -\frac{g\,l_1^2}{2}$<br>$M_3 = 6\,R_2 - \frac{g}{2}\,(l_1+l_2)^2$ |
| | $R_2 = \frac{(45\,l_1\,l_2^2+60\,l_1^2\,l_2+12\,l_2^3+10\,l_1^3)\,l_2^3\,S}{12\,l_2\,(l_1-l_2)\,(10\,l_2^3+3\,d\,I)}\,g$<br>$R_3 = \frac{l_1+l_2}{2}\,g - R_2$<br>$M_{2-1} = -\frac{l_1^3}{6\,(l_1+l_2)}\,g$<br>$M_{3-2} = l_2\,R_2 - \frac{(l_1+l_2)^2}{6}\,g$ | $R_2 = \left[\frac{45\,l_1\,l_2^2+60\,l_1^2\,l_2+12\,l_2^3+30\,l_1^3}{120\,l_2\,(l_1+l_2)}\,g + \frac{9\,d\,I\,S_b}{l_2^3\,S_a}\right]\frac{10\,l_2^3\,S_a}{10\,l_2^3\,S_a+3\,I\,d}$<br>$R_3 = \frac{l_1+l_2}{2}\,g - R_2$<br>$M_{2-1} = -\frac{l_1^3}{6\,(l_1+l_2)}\,g$<br>$M_{3-2} = l_2\,R_2 - \frac{(l_1+l_2)^2}{6}\,g$ |
|  | $R_2 = \frac{10\,l_2^2\,K}{120\,(l_1+l_2)\,(10\,l_2^3\,S-3\,d\,I)}$ | $R_2 = \frac{K - \frac{9\,d\,I\,S_b}{l_2^3\,S_a}}{120\,l_2\,(l_1+l_2)\,(1-\frac{3\,d\,I}{10\,l_2^3\,S_a})}$ |
| | $K = (120\,l_1\,l_2^2+33\,l_2^3+60\,l_1^3+150\,l_1^2\,l_2)\,g_1 + (60\,l_1^2+45\,l_1\,l_2^2+12\,l_2^3+30\,l_1^3)\,g_2$<br>$R_3 = \frac{l_1+l_2}{2}\,(g_1+g_2) - R_2 \qquad M_2 = -\frac{l_1^2\,(2\,l_1\,g_1+3\,l_2\,g_1+l_1\,g_2)}{6\,(l_1+l_2)} \qquad M_3 = l_2\,R_2 - \frac{(l_1+l_2)^2}{6}\,(2\,g_1+g_2)$ | |
| VARIAÇÃO ± Δt DE TEMPERATURA<br> | $R_1 = -R_3 = \pm\frac{0{,}000036\,d\,E\,I}{l^3}\,\Delta t$<br>$M_1 = 0$<br>$M_2 = \pm\frac{0{,}000036\,d\,E\,I}{l^2}\,\Delta t$ | $R_1 = -R_3 = \pm\frac{0{,}00003\,d\,E\,I}{l^3}\,\Delta t$<br>$M_1 = 0$<br>$M_2 = \pm\frac{0{,}00003\,d\,E\,I}{l^2}\,\Delta t$ |
|  | $R_1 = \frac{5\,l_2^2\,(6\,l_1^2\,l_2+6\,l_1^3-l_2^3)\,S}{4\,l_1\,[5\,l_2^2\,(3\,l_2+4\,l_1)\,S+6\,d\,I]}\,g$<br>$R_2 = \frac{20\,l_2^3\,(12\,l_1^2\,l_2+10\,l_1^3\,l_2+6\,l_1\,l_2^3-l_2^4-3\,l_1^4)\,S}{4\,l_1\,l_2\,[20\,l_2^3\,(3\,l_2+4\,l_1)\,S-3\,(11\,l_1+8\,l_2)\,I\,d]}\,g$<br>$R_3 = \frac{20\,l_2^3\,(10\,l_1\,l_2^2+6\,l_2^3-3\,l_1^2)\,S}{4\,l_2\,[20\,l_2^3\,(3\,l_2+4\,l_1)\,S+33\,I\,d]}\,g$<br>$M_2 = \left[\frac{l_2^3+2\,l_1^3}{4\,(3\,l_2+4\,l_1)}\,g + \frac{6\,l_1\,I\,d}{5\,l_2^2\,(3\,l_2+4\,l_1)\,S}\,R_2\right]$<br>$M_3 = \left[\frac{l_2\,(l_2+2\,l_1)-l_1^3}{4\,(3\,l_2+4\,l_1)}\,g - \frac{9\,l_1\,I\,d}{20\,l_2^2\,(3\,l_2+4\,l_1)\,S}\,R_3\right]$ | $R_1 = \left[\frac{6\,l_1^2\,l_2+6\,l_1^3-l_2^3}{4\,l_1\,(3\,l_2+4\,l_1)}\,g + \frac{24\,d\,I\,S_b}{l_2^2\,(3\,l_2+4\,l_1)\,S_a}\right]\frac{5\,l_2^2\,(3\,l_2+4\,l_1)\,S_a}{5\,l_2^2\,(3\,l_2+4\,l_1)\,S_a+6\,I\,d}$<br>$R_2 = \left[\frac{12\,l_1^2\,l_2^2+10\,l_1^3\,l_2+6\,l_1\,l_2^3-l_2^4+l_1^4}{4\,l_1\,l_2\,(3\,l_2+4\,l_1)}\,g - \frac{3\,(33\,l_1+24\,l_2)\,I\,d\,S_b}{2\,l_2^2\,(3\,l_2+4\,l_1)\,S_a}\right]$<br>$\frac{20\,l_2^3\,(3\,l_2+4\,l_1)\,S_a}{20\,l_2^3\,(3\,l_2+4\,l_1)\,S_a-(33\,l_1+24\,l_2)\,I\,d}$<br>$R_3 = \left[\frac{10\,l_1\,l_2^2+6\,l_2^3-3\,l_1^3}{4\,l_2\,(3\,l_2+4\,l_1)}\,g + \frac{99\,l_1\,I\,d\,S_b}{2\,l_2^3\,(3\,l_2+4\,l_1)\,S_a}\right]\frac{20\,l_2^3\,(3\,l_2+4\,l_1)\,S_a}{20\,l_2^3\,(3\,l_2+4\,l_1)\,S_a+33\,l_1\,I\,d}$<br>$M_2 = \left[\frac{l_2^3+2\,l_1^3}{4\,(3\,l_2+4\,l_1)}\,g - \frac{36\,l_1\,I\,d\,S_b}{l_2^2\,(3\,l_2+4\,l_1)\,S_a} + \frac{6\,l_1\,I\,d}{5\,l_2^2\,(3\,l_2+4\,l_1)\,S_a}\,R_2\right]$<br>$M_3 = \left[\frac{l_2^2\,(l_2+2\,l_1)-l_1^3}{4\,(3\,l_2+4\,l_1)}\,g + \frac{27\,l_1\,I\,d\,S_b}{2\,l_2^2\,(3\,l_2+4\,l_1)\,S_a} - \frac{9\,l_1\,I\,d}{20\,l_2^2\,(3\,l_2+4\,l_1)\,S_a}\right]$ |
| VARIAÇÃO ± Δt DE TEMPERATURA<br>  | $R_1 = \pm\frac{M_2}{l_1} \qquad R_2 = \pm\frac{M_2}{l_1} + (\frac{\pm M_3 \pm M_2}{l_2}) \qquad R_3 = \frac{\pm M_3 \pm M_2}{l_2}$<br>$M_1 = 0$<br>$M_2 = \pm\frac{0{,}000144\,l_1\,E\,I\,d}{(3\,l_2+4\,l_1)\,l_2^2)}\,\Delta t$<br>$M_3 = \pm\frac{0{,}000108\,l_1\,E\,I\,d}{2\,l_2^2\,(3\,l_2+4\,l_1)}\,\Delta t$ | $M_2 = \pm\frac{0{,}00012\,l_1\,E\,I\,d}{(3\,l_2+4\,l_1)\,l_2^2}\,\Delta t$<br>$M_3 = \pm\frac{0{,}000091\,l_1\,E\,I\,d}{2\,l_2^2\,(3\,l_2+4\,l_1)}\,\Delta t$ |

$$R_1 = \left[ \frac{3 \times 6{,}00^2}{8 \times 6{,}00} \times 1{,}5 + \right.$$

$$\left. + \frac{9 \times 0{,}0864 \times 3{,}00 \times 0{,}0625}{6{,}00^3 \times 0{,}00126} \right]$$

$$\frac{10 \times 6{,}00^3 \times 0{,}00126}{10 \times 6{,}00^3 \times 0{,}00126 + 3 \times 0{,}0864 \times 3{,}00}$$

$$R_1 = 3{,}02 \text{ tf}$$

$$M_2 = 6 \times 3{,}02 - \frac{1{,}5}{2} \; 6{,}00^2$$

$$M_2 = -8{,}88 \text{ tfxm}$$

*b*)

$$R_1 = \frac{0{,}00003 \times 300 \times 21 \times 10^4 \times 864 \times 10^4}{600^3} \times 10$$

$$R_1 = 756 \text{ kg f}$$

$$M_2 = \frac{0{,}00003 \times 300 \times 21 \times 10^4 \times 864 \times 10^4}{600^2} \times 10$$

$$M_2 = 4{,}536 \text{ kg fxm}$$

7.000 obras realizadas

coberturas
perfis especiais
vigas pré-esforçadas
pavimento trief
protecção de segurança

materiais novobra

pavimentos
em betão pré-esforçado
(homologados pelo Lab. Nac. de Engenharia Civil)

SOCIEDADE DE PRÉ-FABRICAÇÃO E OBRAS GERAIS NOVOBRA, LDA.
AV. EST. UNIDOS DA AMÉRICA, 100 - 5.º D.º - TEL. 774832 / 771603 - LISBOA 5

SOCIEDADE INDUSTRIAL METALURGICA

Responsabilidade Limitada
(REGISTADO)

SERRALHARIAS,
CALDEIRARIA,
FERRARIA,
FUNDIÇÕES

ESCRITÓRIO
Rua de S. Tiago, 13
LISBOA
Telefone 86 19 72

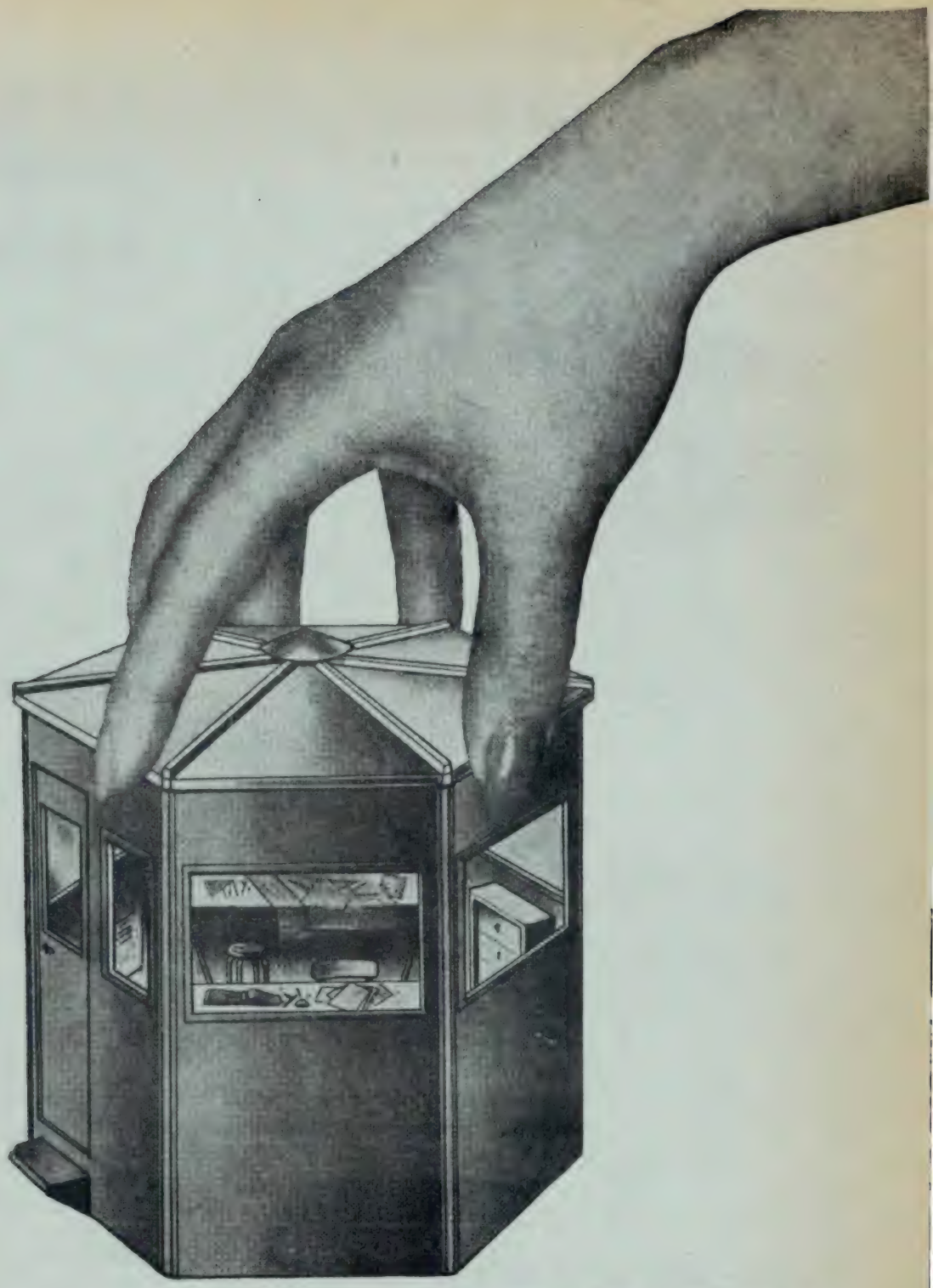
11.ª EXPOSIÇÃO EUROPEIA
DA MÁQUINA-FERRAMENTA

Paris
23 de Junho
a
2 de Julho

Expositores
portugueses:

A. DIAS RAMOS
ED. FERREIRINHA & IRMÃO—MOTORES
E MÁQUINAS EFI, SARL

Informações:
CIMAF—Centro de Cooperação dos Industriais de Máquinas-Ferramentas
Rua Manuel Pinto de Azevedo, 439—Telef. 64153 PORTO




ESCRITÓRIOS MÓVEIS "RÉEL"

FABRICA PORTUGAL

RUA FEBO MONIZ, 20 — LISBOA-1

# NOTA TÉCNICA

## DOCUMENTAÇÃO

### «INDUSTRIAL DESIGN»

A figura veneranda e magnífica do sábio medieval foi definitivamente destruída no nosso século XX.

A constante multiplicação de campos de conhecimento levou o Homem à conclusão de que cada vez sabe menos de tudo, criando-lhe a necessidade de cada vez saber mais de uma só coisa. As especializações surgem nas ciências antigas como nas novas e o técnico dos nossos dias é tanto mais eficiente quanto melhor souber a que especialistas precisa recorrer para levar a cabo as suas tarefas.

Esta multiplicidade de conhecimentos é, simultâneamente, consequência e factor promotor duma larga difusão de informações.

O número de livros e revistas especializadas é constantemente maior e não é possível dispensar-se a sua consulta sob pena de consumirmos muito da nossa capacidade de trabalho na solução de problemas que já foram resolvidos.

Esta consulta, todavia, se não for sistematizada e ordenada de forma que possa utilizar-se fàcilmente, perde parte do seu interesse na medida em que será preciso ter uma memória privilegiada para se saber com exactidão e em que revista e em que data se publicou o artigo cuja leitura é, no momento, necessária. Por isso os ficheiros surgem, crescem e multiplicam-se, indispensáveis que são no consultório do médico, como no centro de documento; na empresa industrial, como na organização bancária.

Também o «industrial design», sendo uma actividade intimamente ligada com a tecnologia e com a economia modernas exige essa constante consulta a fonte de informação para que o «designer» mantenha a actualização necessária à elaboração de estudos que muitas vezes tem de ir além das exigências do momento em que são realizados, na procura do «sempre melhor», sempre mais novo», que a dilatação de mercados e a concorrência impõem.

Nos nossos dias não é admissível considerar o «designer» como um «artista» que, num momento de inspiração, tanto pode criar um motor de propulsão por jacto como uma embalagem de perfume, um poste de alta tensão, como um tabuleiro de plástico.

A inspiração existe efectivamente mas ela é consequência de muito ver, muito ler, muito trabalhar.

Vem tudo isto a propósito dumas fichas de bibliografia de «design» que desde 1969 vêm sendo publicadas periòdicamente pelo ICSID (International Council of Societies of Industrial Design), que tem o seu secretariado instalado em Bruxelas no número 51 da Galerie Ravenstein.

Aquisição recente da indústria moderna, o «design» é estudado e discutido no mundo com uma frequência que os seus múltiplos aspectos perfeitamente justifica e este ficheiro vem preencher a lacuna que se sentia no controle da documentação constantemente publicada.

Trata-se de umas fichas no formato normalizado A6, utilizando a classificação decimal universal (CDU), nas cores branca para os artigos de revistas e laranja para os livros, e que dentro de cada tema indicam o nome do seu autor, o título do artigo, idioma em que está escrito, e número da revista, as páginas que ocupa, e ainda um resumo em inglês. Damos um exemplo.

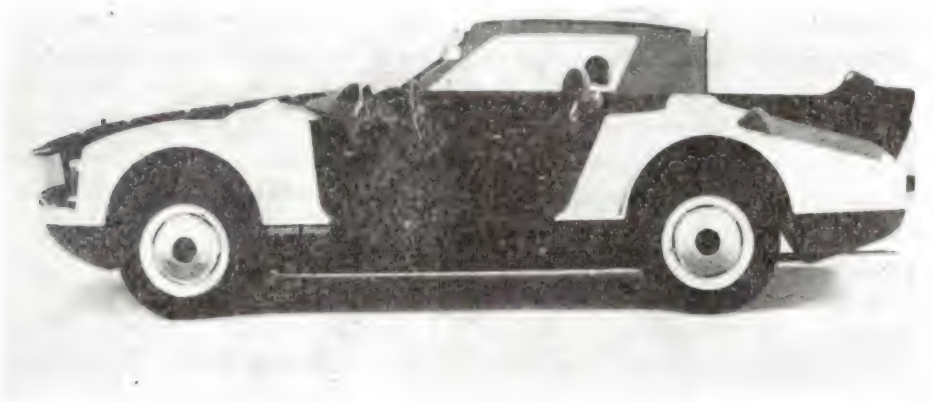
625.2 railway rolling stock
Spark, Robert
London, Manchester, Liverpool, British Raylway's new line in passenger appeal. English
Design. 1966. No. 211. pp. 53-57

Pelo resumo que vem a seguir ficamos a saber que este artigo fala do aumento constante de passageiros nas linhas de Manchester e Liverpool, descrevendo uma carruagem «Pullman», uma locomotiva eléctrica, e mais material de movimento, com fotografias.

Nos primeiros anos da sua publicação o interesse deste ficheiro era relativamente reduzido,

pois que as revistas compiladas, predominantemente de língua alemã, poucas vezes faziam resumos dos textos em inglês ou francês. Foi porém anunciado que, a partir deste ano, maior número de revistas, nestes dois idiomas, serão utilizadas para escolha de artigos.

gressos e conferências de «design», equipamento de laboratórios farmacêuticos, distribuição e controle de energia eléctrica, iluminação, barcos, equipamento de cozinha, instrumentos musicais e acessórios de fotografia figuram entre outros, num total que ultrapassa já cento e oitenta.



Para exemplificar as fichas fotográficas reproduzimos a ficha CDU 7.013 que dá as seguintes indicações:

— Carroçaria inteiramente de plástico;
— Material: Bayer;
— «Design» de: Gugelot design gmbh;
— Projectado em: 1963-1966;
— Construtor: Bayer.

Também no penúltimo trimestre de 1968 (a publicação é trimestral) passaram a ser publicadas fichas fotográficas de produtos industriais, com a mesma dimensão normalizada, a mesma classificação CDU, tendo no verso indicação do produtor, «designers», matéria-prima, e outras características respeitantes ao objecto fotografado. Foi também iniciado um ficheiro, com as letras A a Z, destinado a estudos sobre a obra individual de arquitectos, «designers», etc.

Assuntos tão diversos como concursos, con-

No Núcleo de Arte e Arquitectura Industrial, do INII, facultam-se aos interessados as indicações bibliográficas que este ficheiro ICSID fornecer, cujo interesse crescente fàcilmente se avalia, podendo mesmo, caso lhes seja solicitado, vir a ser elaborada uma lista de entidades e pessoas interessadas em determinado e específico assunto.

*Escultora Maria Helena Matos*
Responsável pelo N.P.C. Arte
e Arquitectura Industrial do INII

# DO MUNDO TÉCNICO

## TUBOS FLEXÍVEIS PARA VAPOR SATURADO E SOBREAQUECIDO

Uma firma belga acaba de apresentar 4 espécies de tubos de vapor para uso industrial. Todos eles estão previstos para resistir ao vapor sobreaquecido a diferentes temperaturas e pressões.

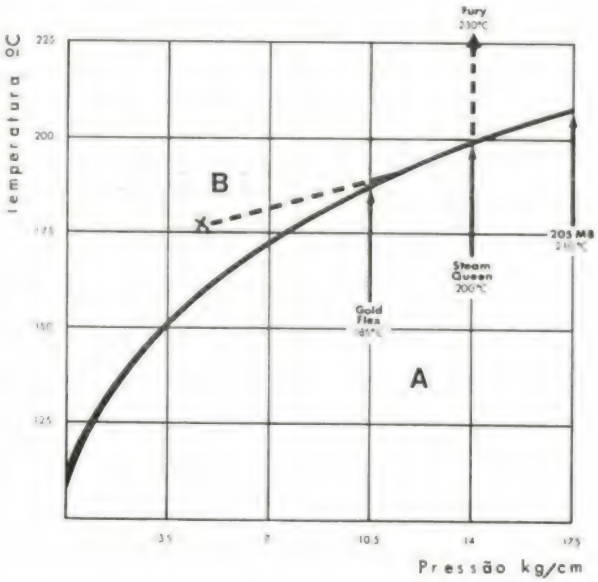
São eles:

205 MB — nova combinação de materiais em borracha sintética para pressões até 17,5 kg/cm² e 210 °C, resistindo a vapor sobreaquecido até uma temperatura de 200 °C. por períodos curtos. Este tubo especial resiste à maior parte de detergentes utilizados, aos óleos e ao envelhecimento. Com grande flexibilidade, tem um factor mínimo de segurança de 10 : 1.

Steam Queen — tem qualidades de resistência ao calor, abrasão, ozone e detergentes usuais. Trabalhou em ensaios a uma pressão de 19 kg/cm² e 200 °C. durante 1.500 h.

Fury — Utilizado para vapor sobreaquecido a uma temperatura de 230 °C. e pressão de 14 kg/cm² em regime permanente.

Gold flex — transporta vapor a 10,5 kg/cm² e temperatura até 185 °C. Previsto para transporte de óleos, essências, numerosos solventes e pesticidas. É também o ideal para o transporte de água a alta pressão.



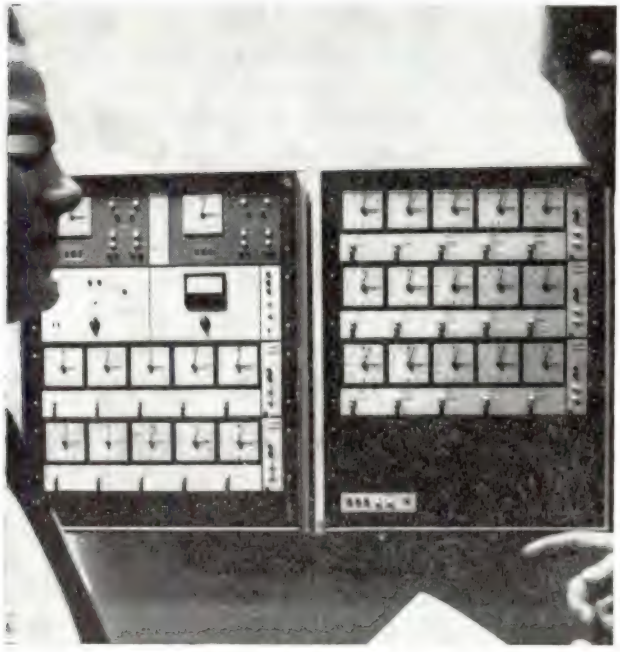

*Passagem do vapor saturado a vapor sobreaquecido.*

Zona A — o vapor contido no tubo é condensado.
Zona B — o vapor é sobreaquecido.
Ponto X — consequência da abertura duma válvula num tubo flexível contendo vapor saturado. Esta situação origina normalmente a destruição do tubo transportador.

*Inf: Gates Europa S. A.*

---

## NOVA INSTALAÇÃO CENTRAL DE RELÓGIO A CRISTAL DO TIPO UZ 1 M



Apresenta-se uma central de relógio desenhado à base do chamado sistema de componentes de construção que dirige a marcha síncrona exacta de todos os relógios ligados. O relógio a cristal que serve como relógio principal central garante uma alta precisão: a variação média da frequência do gerador de cristal à temperatura nominal ambiente é $\frac{\Delta F}{F} = \pm 10 . 10^{-9}$, correspondendo a uma variação de horário indicado pelo relógio de cristal de ± 1ms por dia. Os impulsos de corrente para o contrôle dos relógios auxiliares não são produzidos por contactos de relés, mas sim por tiristores. O sistema electrónico da nova central de relógio a cristal permite, em comparação às centrais de relógio com pêndulo, não só uma redução considerável do espaço necessário, mas também um serviço quase sem necessidade de manutenção.

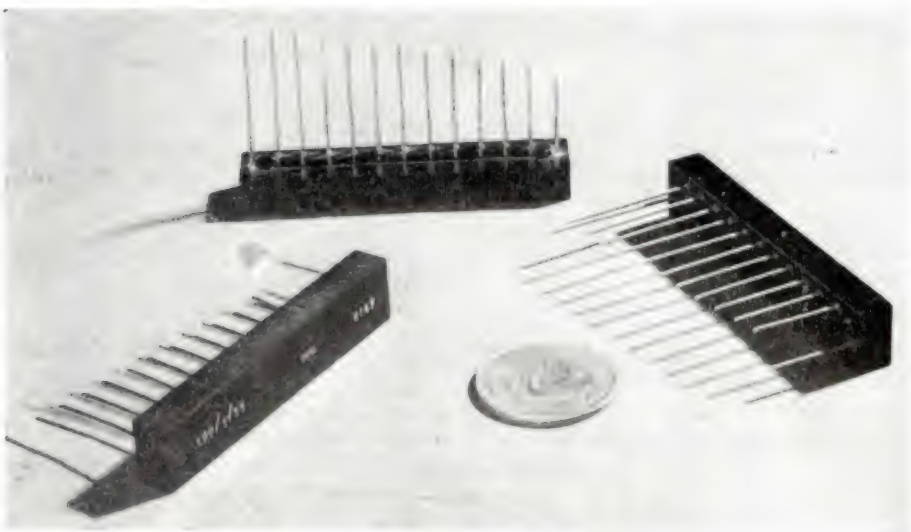
A central de relógio UZ 1 M consta de grupos de construção que podem ser combinados, segundo as necessidades do caso. O relógio principal contém,

como padrão de tempo, um gerador de cristal estabilizado, cuja frequência de 1 MHZ é subdividido até que se recebe os impulsos de ligação necessários para o côntrole dos relógios auxiliares em intervalos de 1/2 seg, 1 seg, 2 seg e 1 min, respectivamente. Um segundo relógio principal funciona como relógio principal de reserva, em sincronismo de tempo e fase por meio de um sistema de regulação, de maneira que um defeito provocaria uma comutação automática, sem interrupção, ao relógio principal de reserva.

*Inf. Siemens*

---

## NOVAS LINHAS DE RETARDAMENTO «SILVER STAR» COM CONTACTOS EM 10 PÓLOS



Uma sociedade inglesa anuncia a produção de uma série de linhas de retardamento com contactos em 10 pólos, a qual será de grande interesse para os engenheiros e projectistas no campo electrónico.

Esta série oferece uma selecção, extremamente ampla, de tempos de retardamento de tolerâncias estrictas de 2,5 ns a 500 ns. Um único módulo medindo 66 × 12,7 × 8,1 max serve para todas as unidades.

Cada módulo compreende 10 secções com tempos iguais de retardamento, sendo cada uma dotada com um pólo O complexo está encaixado numa resina, a qual apresenta um bloco robusto e hermèticamente encerrado. A voltagem utilizada é de 125V de corrente directa e os pólos são espaçados exactamente para corresponder aos painéis impressos com matriz de 2,5 mm.

*Inf. Matthey Printed Products Limited*

# Resumo dos artigos publicados na Técnica n.º 386

## Ano XLIV — Março 1969

MANUEL ROCHA C. D. U. 624.131.388 : 627.82

### Dam foundation measurements

**Técnica No. 386 — XLIV — 3. 1969, pág. 289-302.**

No presente trabalho apresentam-se diversas técnicas desenvolvidas no Laboratório Nacional de Engenharia Civil com vista à observação das fundações de barragens de betão.
Analisa-se a importância da deformabilidade das fundações dos maciços rochosos e descrevem-se novas técnicas para a determinação da deformabilidade mediante a utilização de macacos planos delgados e do dilatómetro. Descrevem-se os métodos correntemente usados para a determinação da resistência dos maciços rochosos e os métodos de medição de deformações em galerias e fundações durante e após a construção de barragens.
Indicam-se ainda os aperfeiçoamentos introduzidos pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil nos métodos geodésicos para a determinação de deslocamentos verticais.

CARLOS MARTINS C. D. U. 530.145.6 : 539.124 : 541.124.

### Número de oscilação e relação analógica

**Técnica No. 386 — XLIV — 3. 1969, pág. 303-306.**

Descrevem-se algumas propriedades do número de oscilação ao longo de direcções de vibração em sistemas e estruturas, apresentam-se tabelas de números de oscilação individuais e colectivos, e estabelece-se uma relação analógica, na mecânica ondulatória, com os números quânticos do movimento de partículas, entre as quais uma partícula com um milionésimo da massa do electrão em repouso.

JANEIRO BORGES C. D. U. 624.042.4
533.6.07

### O túnel aerodinâmico do Laboratório Nacional de Engenharia Civil

**Técnica No. 386 — XLIV — 3. 1969, pág. 307-313.**

Define-se um parâmetro adimensional a que se chama coeficiente de utilização e que caracteriza um túnel aerodinâmico do ponto de vista energético. Descreve-se o processo de cálculo do coeficiente de utilização e da velocidade na câmara de experiências de um túnel de baixa velocidade com conduta de retorno.
Os valores calculados para o túnel do LNEC são comparados com os resultados obtidos em funcionamento.

SALGADO DE BARROS C. D. U. 662.6:536.711

### Estabelecimento de uma relação entre a temperatura de combustão adiabática de um fuel-oil de composição ideal e o excesso de ar presente

**Técnica No. 386 — XLIV — 3. 1969, pág. 315-324.**

Com o presente estudo estabelece-se uma expressão que relaciona as temperaturas de combustão total e completa de um combustível, (constituído por uma mistura de diferentes n-alcanos), com o excesso de ar presente na reacção, a partir de uma teoria apoiada na semelhança de comportamento termoquímico dos hidrocarbonetos daquele tipo em idênticas condições de combustão.

CERVEIRA DO AMARAL C. D. U. 691.328:624.043:624.071

### Dimensionamento de tirantes prismáticos de betão armado

**Técnica No. 386 — XLIV — 3. 1969, pág. 325-334.**

Apresentam-se tabelas de verificação da segurança em relação à fendilhação, de acordo com o Regulamento de Estruturas de Betão Armado, para tirantes prismáticos de betão armado, e um formulário para o cálculo dos esforços em vigas penduradas de tirantes.

# Synopsis of articles published in «Técnica» nº 386

## XLIV — March 1969

Salgado de Barros U. D. C. 662.6:536.711

**Settling of an expression that relates the temperatures of adiabatic combustion fuel-oil and the excess of present air**

**Técnica No. 386 — XLIV — 3. 1969, pp. 315-324.**

With the present study an expression, that relates the temperatures of total and complete combustion of a fuel--oil (composed of a mixture of various n-alkanes) with the excess of air present in the reaction, is established from a theory supported by the similitude of the thermochemical behaviour for hidrocarbons of that tipe, in identical combustion conditions

Manuel Rocha U. D. C. 624.131.388 : 627.82

**Dam foundation measurements**

**Técnica No. 386 — XLIV — 3. 1969, pp. 282-302.**

In this work some techniques are presented which were developed at the National Laboratory of Civil Engineering for observing concrete dam foundations.
The importance of the deformability of rock mass foundations is analysed and new techniques are described for determining deformability by using thin flat jacks and the dilatometer.
Methods are described which are currently used for determining the strength of rock masses as well as those used for measuring deformations in galleries and foundations during and after the construction of dams.
The improvements the National Laboratory of Civil Engineering has made in the geodetic methods for determining certicial displacements are also indicated.

Cerveira do Amaral U. D. C. 691.328:624.042.624.071

**Dimensioning of prismatic tie-rods of reinforced concrete**

**Técnica No. 386 — XLIV — 3. 1969, pp. 325-334.**

Security verification tables in Relation to cracking, according to the regulation of reinforced concrete structures, for prismatic tie-rods of reinforced concrete, and a formulary for the calculation of strains in beams hanging frow tie members are presented.

Carlos Martins U. D. C. 530.145.6:539.124:541.124

**Oscillation nnmber and analogical relation**

**Técnica No. 386 — XLIV — 3. 1969, pp. 303-306.**

Some properties of the oscilation number along directions of vibration in systems and structures are described, tables of individual and collective oscillation numbers are presented, and an analogical relation, within the wave mechanics, with quantum numbers of states of certain particles is established.

Janeiro Borges U. D. C. 624.042.4
533.6.07

**The wind tunnel of the «Laboratório Nacional de Engenharia Civil»**

**Técnica no. 386 — XLIV — 3. 1969, pp. 307-313.**

The energy ratio is first discussed as a measure of a wind tunnel efficiency. A method of calculation of the energy ratio and the speed in the test section is considered in detail for closed circuit low-speed wind tunnels.
The method is applied to the wind tunnel of the LNEC and the results are compared with values measured in the tunnel in operation.

# BIBLIOGRAFIA

*Classificadores responsáveis: Boto Pimentel, Emilio Cruces, Ramos Correia, Todo Bom e Vladimiro de Oliveira.*

*Serão criticadas as obras cujo assunto esteja no âmbito da «Técnica» e de que nos sejam enviados dois exemplares.*

*As revistas recebidas na Redacção, de que se publica uma selecção de fichas de artigos ordenadas pela Classificação Decimal Universal, podem ser consultadas na Biblioteca da A.E.I.S.T.*

## ARTIGOS DE REVISTAS

C. D. U. 532.5

**Sistema hidráulico múltiplo para ensaio de bombas hidráulicas** — *Claudio Mataix.*

Anales de Mecanica e Electricidad, Nov. 22, n.º 6, pág. 375, vol. 45.

O ensino e investigação das características da bomba hidráulica até 200 CV. requere além de uma instrumentação adequada para medição, um sistema hidráulico que nos forneça os caudais que necessitamos, nos meça com precisão, porporcione-nos pressão variável e controlada na aspiração, etc. A simultaneidade destes ensaios multiplica as possibilidades da instalação; mas leva a um desenho do sistema hidráulico mais complicado.

Neste artigo oferece-se aos leitores diversos aspectos que apresentam as instalações do novo laboratório de ensaio de máquinas e fluido do ICAI.

C. D. U. 536.24.01

**Heat and mass transfer from the surface of a solid spherical particle in a laminar stream** — *J. Cermak.*

Collection of Czechoslovak Chemical Comunications, 8-968, vol. 8 pág. 2415, tomo 33.

O cálculo da velocidade de transferência de massa e calor através da superfície de uma partícula esférica sólida é feito usando o método «net». Uma transformação conveniente das variáveis e dos pontos «net» permitiram determinar a distribuição de temperatura em torno da partícula esférica para valores do n.º de Peclet desde $10^2$ a $10^5$. Métodos numéricos permitiram também a determinação do número de Nusselt, isotérmicas, espessura da camada, etc.

C. D. U. 541.124.547.002

**Un Nouveau système de documentation des réactions organiques** — *Herbert J. Ziegler.*

Industrie Chimique Belge, 9/68, vol. 33, n.9, pág. 744.

Descrição dum novo sistema de documentação sobre fichas perfuradas, das reacções e dos métodos preparatórios em química orgânica. Para responder às multiplas questões de ordem preparatória, de que a maior parte são questões analógicas, o conjunto dos dados reaccionais é fragmentado em entidades autónomas das quais cada uma é anotada independentemente das outras: centros reaccionais inicial e final, condições reaccionais químicas e físicas, elementos estruturais e funcionais dos produtos sintéticos.

C. D. U. 541.63 : 547 — 92

**Simple models for polymer stereochemistry** — *F. Rodriguez.*

Jounal of Chemical Education, 8-968, vol. 45, n.º 8, pág. 507.

Neste artigo propõe-se um método para representação de altos polimeros usando folhas de plástico transparentes que se dobram: este método tem a grande vantagem de ser muito mais económico que o emprego de modelos espaciais.

C. D. U. 546.77

**O dissulfureto de molibdénio como lubrificante: revisão sobre os conhecimentos fundamentais** — *W. O. Winer.*

Revista de Metalurgia — CENIM, Set.-Out. n.º 5 pág. 496, vol. 4.

No trabalho informa-se e examina-se os trabalhos em bibliografia apresentado durante os últimos 40 anos, sobre o comportamento do $MoS_2$ como lubrificante. Este trabalho ocupa-se do comportamento do $MoS_2$ como lubrificante, as suas características de fricção e a razão aparente das mesmas propriedades físicas e químicas tão importantes para o uso como lubrificante.

C. D. U. 547.26 — 112

**Conformation of aromatic sulpho esters determined from dipole moments** — *O. Exner, Z. Fidlerová e V. Jehlica.*

Collection of Czechoslovak Chemical Communications, 7-968, vol. 70, pág. 2019, tomo 33.

Os momentos dipolares de oito ésteres sulfónicos simples, juntamente com seis ésteres carboxílicos (todos substâncias que fazem parte das séries aromáticas) foram medidos em soluções de benzeno. Para determinar a conformação, foi usado um método prèviamente proposto, no qual a substância não substituída é comparada com o derivado para, numa representação gráfica simples.

# BETÃO PRONTO LIZ

A SUA UTILIZAÇÃO, NA OBRA.

EVITA PERDAS DE TEMPO
EVITA STOCKS DE CIMENTO
EVITA STOCKS DE MATERIAIS INERTES
AMPLIA OS ESPAÇOS LIVRES NO ESTALEIRO
MELHORA O ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE
GARANTE PERFEITA HOMOGENEIDADE AO BETÃO
ECONOMIZA MÃO DE OBRA
POUPA DINHEIRO

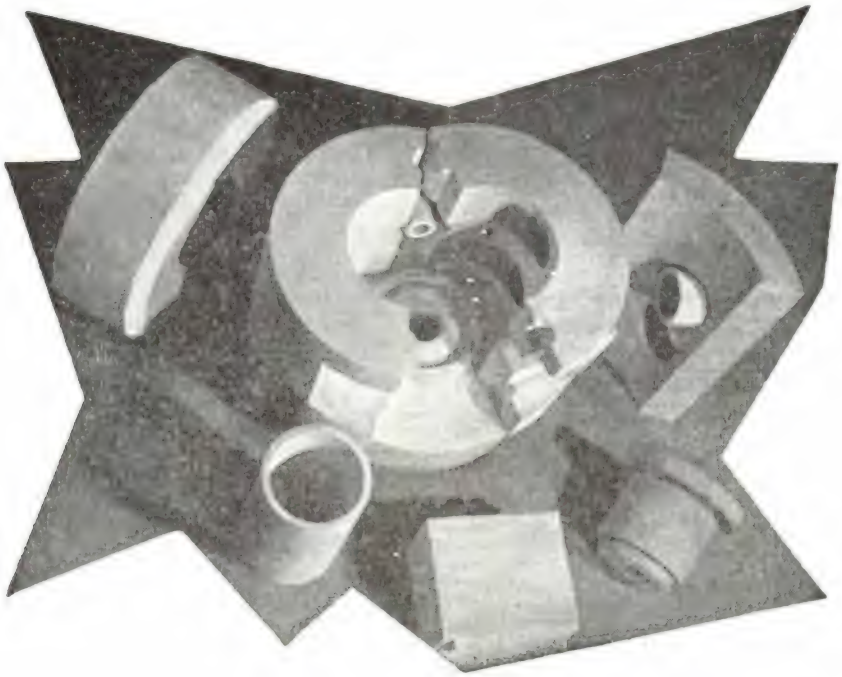
Um produto das Centrais de Betão
da

**Empreza de Cimentos de Leiria**

1.ª Central—LISBOA—Tel. 31 30 31/32
2.ª Central—LISBOA—Tel. 31 30 31/32
3.ª Central—PORTO—Tel. 95 13 23/24

a técnica moderna emprega

# BETÕES REFRACTÁRIOS



à base dos cimentos

## FONDU LAFARGE

e

## SECAR 250

porque são

práticos
eficientes
económicos

REFRACTÁRIOS ATE 1800° C
REFRACTÁRIOS ISOLANTES ATÉ 1700° C

Os nossos serviços técnicos, especializados, estão à vossa inteira disposição para estudar, sem qualquer encargo da vossa parte, a adaptação dos BETÕES REFRACTÁRIOS a todos os vossos problemas

AGUIAR & MELLO, L.DA

P. do Município, 13-1.º — LISBOA — Tel. 32 11 51/2

C. D. U. 551.311.23

**Aspectos da evolução dos produtos de meteorização intertropical de rochas** — *Carvalho, G. S.*

Fomento (Lisboa) 6 (4): 373-398, 968.

O autor considera como problemas de Geoquímica exógena a meteorização tropical de rochas e a evolução dos seus produtos. Refere-se aos processos de meteorização particularmente à ferralitização e ao encouraçamento, quer de complexos ferralíticos quer de outras formações encouraçadas pelos iões derivados dos complexos ferralíticos. Considera as couraças como rochas geradas por processos ligados a climas tropicais e a sua génese e a degradação das couraças como uma consequência da evolução paleoclimática. Conclui que as características das couraças e dos produtos derivados da sua degradação (consequências da sua evolução sob condições intertropicais) dependem dos minerais responsáveis pelo encouraçamento e dos que lhe estão associados, e que são fundamentalmente uma consequência de natureza climática actual ou paleoclimática. Por isso conclui também que as possibilidades de aplicação prática das couraças e dos produtos da sua degradação (fontes de minérios de alumínio, de ferro e de manganês ou materiais de construção dos quais interessa conhecer o seu comportamento mecânico) estão na dependência da sua composição mineralógica a qual interessa conhecer não só qualitativa mas também quantitativamente.

C. D. U. 551.48/49

**As propriedades físicas da água e o ciclo hidrológico** — *Peixoto, J. P.*

Fomento (Lisboa) 6 (4): 337-342, 968.

Neste trabalho apresentam-se algumas das propriedades físicas da água e analisam-se as suas implicações no ciclo hidrológico. Em particular mostra-se que são as propriedades de carácter termodinâmico as que determinam essencialmente a estrutura do ciclo e a sua intensidade. Estudam-se os efeitos que essas propriedades têm em cada um dos termos da equação clássica da hidrologia referente ao ramo terrestre e da equação da hidrologia relativa ao ramo aéreo, para inferir a sua influência global no ciclo hidrológico da água. Por fim faz-se uma análise das implicações das propriedades da água no ciclo numa escala planetária e mostra-se a importância que tem a água em todos os fenómenos de interacção entre o oceano e a atmosfera, que fundamentalmente constituem um único sistema. Essa interacção faz-se sentir pela transferência de massa, de energia e de momento angular através da interface oceano-atmosfera, constituindo a água um dos agentes fundamentais em todos os mecanismos dessa interacção.

C. D. U. 551.552. (673)

**Direcção e intensidade média dos ventos predominantes em Luanda** — *Faria, A. A. V. A. S.*

Fomento (Lisboa) 6 (4): 343-372, 968.

Com vista à aplicação ao estudo da habitação em Luanda, foram compilados os registos relativos à direcção e intensidade dos ventos predominantes, nos anos de 1954 a 1962. Verifica-se existir regularidade mensal, e de ano para ano. O número de dias de vento médio por ano encontrado foi de 355 e a intensidade média anual, de 18,1 km/hora. A direcção WSW é a mais frequente.

C. D. U. 621.3.051.024-523.8

**Équipement logique à semi-conducteurs pour courant à haute tension** — *Jackson, P. O.*

ASEA-Revue, 41, (969): 1, pág. 18-20.

Descrição do funcionamento, da segurança e concepção do novo sistema lógico dos equipamentos de comando das instalações de corrente contínua a alta tensão.

C. D. U. 621.311.23:621.438 (87)

**Résultats d'exploitation obtenus au Venezuela avec une centrale industrielle à turbines à gas** — *Bolliger Hans Rudolf.*

Rev. Brown Boveri, t. 55 (1968), p. 15 a 19.

C. D. U. 621.313.2

**Nuevas técnicas en la construcción de las máquinas de corriente continua** — *Pedro San Sebastian Mugica.*

DYNA, 3-69, Ano XLIV, págs. 85-100, Tomo 3.

A necessidade de conseguir máquinas mais compactas com menores dimensões e potências crescentes, dentro de exigências de funcionamento mais duras, obrigaram a que se adoptassem novas técnicas e processos de fabrico.

Neste artigo o autor limita o seu exame às novas técnicas de fabricação de carcassas, bobinas indutoras e de comutação e induzidos, das máquinas de corrente contínua, tendo como base o emprego de novos materiais isolantes e vernizes de alta qualidade.

C. D. U. 621.313.32 : 621.314

**Le moteur synchrone alimenté par convertisseur statique et Auto Pilote** — *Köllensperger, D.*

Rev: Siemens, 68, vol. 5, págs. 157 a 164, tomo 26.

A máquina síncrona alimentada por conversor estático pode ser comandada de modo a que se comporte como uma máquinas DC de de excitacão independente.

A passagem da comutação forçada à comutação natural faz-se de maneira contínua. O autor descreve um circuito de comutação forçada.

C. D. U. 621.313.322-82 : 62-713

**L'alternateur refroidi directement à l'eau de la centrale de Seitevare** — *Rönnevig, C. et Tengstrand, C.*

ASEA-Revue 41 (1969), 1, p. 14-18.

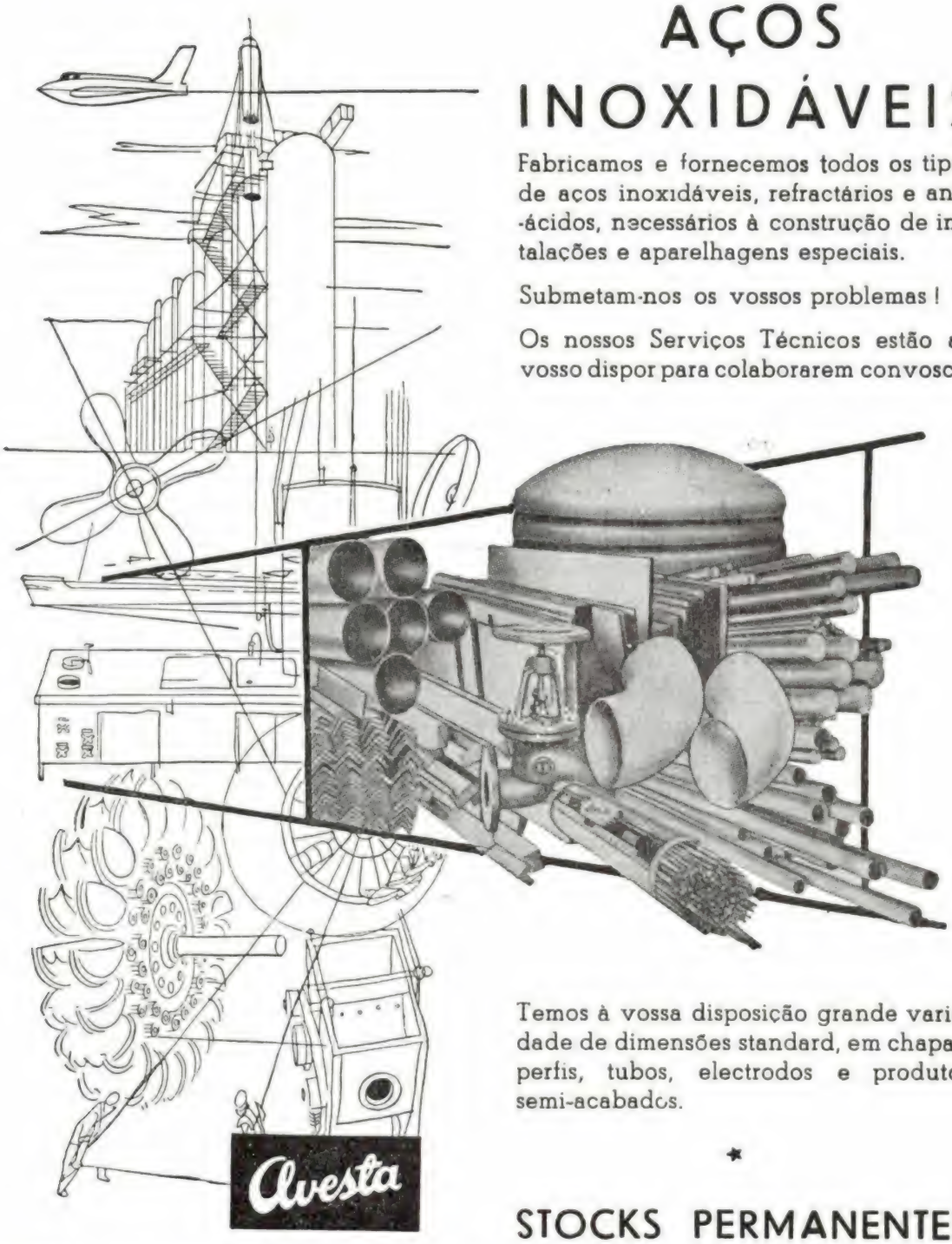
O arrefecimento directo permite reduzir consideràvelmente as dimensões e o peso dos grandes alternadores. O artigo fornece as características principais da máquina e foca a execução mecânica, do sistema de arrefecimento directo, dos enrolamentos do «stator» e do «rotor», assim como alguns ensaios e resultados da exploração do alternador de 225 MVA da central sueca de Seitevare.

# AÇOS INOXIDÁVEIS

Fabricamos e fornecemos todos os tipos de aços inoxidáveis, refractários e anti-ácidos, necessários à construção de instalações e aparelhagens especiais.

Submetam-nos os vossos problemas!

Os nossos Serviços Técnicos estão ao vosso dispor para colaborarem convosco.




Temos à vossa disposição grande variedade de dimensões standard, em chapas, perfis, tubos, electrodos e produtos semi-acabados.

★

## STOCKS PERMANENTES

**AVESTA JERNVERKS AKTIEBOLAG**
**AVESTA — SUÉCIA**

---

*Representantes Exclusivos para Portugal e Ultramar:*

# A. JOHNSON & Co (PORTUGAL), L.DA

SEDE EM LISBOA:
**Praça José Fontana, 11-1.º**
*Telef. 537015-537016-537017-537018*

FILIAL NO PORTO:
**R. Dr. António Granjo, 160/168**
*Telef.* 54666

C. D. U. 621.373.826 : 531.71
531.71 : 621.373.826

**Un interféromètre à laser automatique pour les mesures industrielles de longueurs** – *von Willisen Friedrich K.; Glantschnig Fritz.*

Rev. Brown Boveri, t. 55 (1968), nº 1/2, p. 48 a 58.

O autor descreve um interferenciómetro de Michelson, no qual se utiliza como fonte um «laser hélio/néon» estabilizado em frequência.

C. D. U. 621.771.016.3.06-581-83

**Equipement electrique d'un laminoir réversible à froid** — *Doverholt, O. et Hakansson, G.*

ASEA-Revue, 1969-1, vol. 41, pág. 3-8.

Descrição dos equipamentos mecânico e eléctrico dum laminador a frio.

O artigo foca principalmente a medida e regulação automática da tracção na banda, a pressão de laminagem assim como o equipamento programador numérico, que permite o comando automático e que permitirá, no futuro, o comando por ordenador.

C. D. U. 621.59 : 66.078

**Uma instalação frigorifica para baixas temperaturas** — *W. Brunsehwiler.*

Revista Técnica Sulzer, n.º 3-4, t. 16, pág 41.

Faz-se o estudo de uma instalação frigorífica com circuito isento de óleo para liquefacção dum gás de fabrico a — 46°C e para arrefecimento simultâneo de salmoura a — 18°C, numa fábrica de produtos químicos.

C. D. U. 621.892

**New results of investigations into mechanisms of action of lubrificating oil additives** — *Yu. Zaslavsky, G. Shor.*

Ind. Chim. Belge, 9-968, vol. 33, n.º 9, pág. 755.

Foi concebida uma unidade de experimentação para registar a fricção do bloco circular cilindro-pistão aplicando-se uma voltagem constante às partes em contacto separadas por uma camada de óleo, lubrificante. Foi estabelecido que para uma voltagem constante, aplicada às superfícies em contacto na unidade do teste se produzia um desgaste electroerosivo.

Com esta unidade experimental foram feitos estudos detalhados das propriedades anti-desgaste dos aditivos e composição dos aditivos para os óleos de motor.

C. D. U. 624.131.43

**Compactación** — *José Manuel Lopez Saiz.*

Informes de la Construcción, 12/68, vol. 206, pág. 75.

Apresenta-se neste artigo, uma série de dados práticos, com o objectivo de facilitar a escolha dos equipamentos mais adequados e os sistemas de trabalho mais rentáveis para os diferentes tipos de operações de compactação. Não se mencionam as considerações puramente teóricas, com vista a dar relevo aos aspectos práticos e experimentais.

C. D. U. 624.21.01 : 624.012.46

**Viaductos de hormigón pretensado construídos por vanos sucesivos** — *Hans Wittfoht.*

Informes de la Construcción, 12/68, vol. 206, pág. 57.

As dificuldades encontradas na utilização das cintas tradicionais para a construção de certas pontes em betão pré-esforçado permitiram encontrar uma solução que supera os inconvenientes, conservando ou melhorando todas as vantagens no que respeita à segurança, rapidez, economia, etc.

Os andaimes de montagem parecem satisfazer todos os requisitos impostos e têm sido empregados com um sucesso crescente, especialmente nas auto-estradas alemãs e pontes de todos os tipos algumas das quais apresentavam as condições mais desfavoráveis.

C. D. U. 625.7.006.25 : 620.17 (469)

**Os carros laboratórios da JAE e algumas considerações práticas sobre o seu funcionamento e cooperação nos trabalhos rodoviários** — *Costa M. R. E.*

Fomento (Lisboa) 6 (4) : 399-408, 968.

Depois de se indicarem as razões que impuseram a criação dos carros laboratórios na JAE para o estudo e «contrôle» dos seus trabalhos, descreve-se rápidamente a sua história e citam-se os principais ensaios que aí se podem realizar. Refere-se em seguida a alguns problemas que surgem aos Engenheiros de laboratório nas suas funções e na cooperação com os Engenheiros das obras. Termina-se por indicar algumas das condições julgadas indispensáveis para se obter uma boa eficiência dos carros laboratórios.

C. D. U. 658.564.002

**La pratique de la documentation chimique. Le choix et l'aplication d'une méthode mécanisée** – *Camille Massart.*

Industrie Chimique Belge, 9-968, vol. 33, n.º 9, pág. 733.

O trabalho de procura e difusão das informações químicas pode ser mecanizado desde que se escolhe para isso um método de indução adequado. Descreve-se neste artigo o método dos «índices coordenados» e as suas diferentes possibilidades de aplicação, justificando-se a escolha dum sistema analítico em cartas perfuradas e a sua evolução em relação ao tratamento sobre um ordenador de gestão.

C. D. U. 66.094.3 + 665.54

**Reaction mechanism of oil gasification and its industrial application in the shell gasification process** — *L. W. ter Haar.*

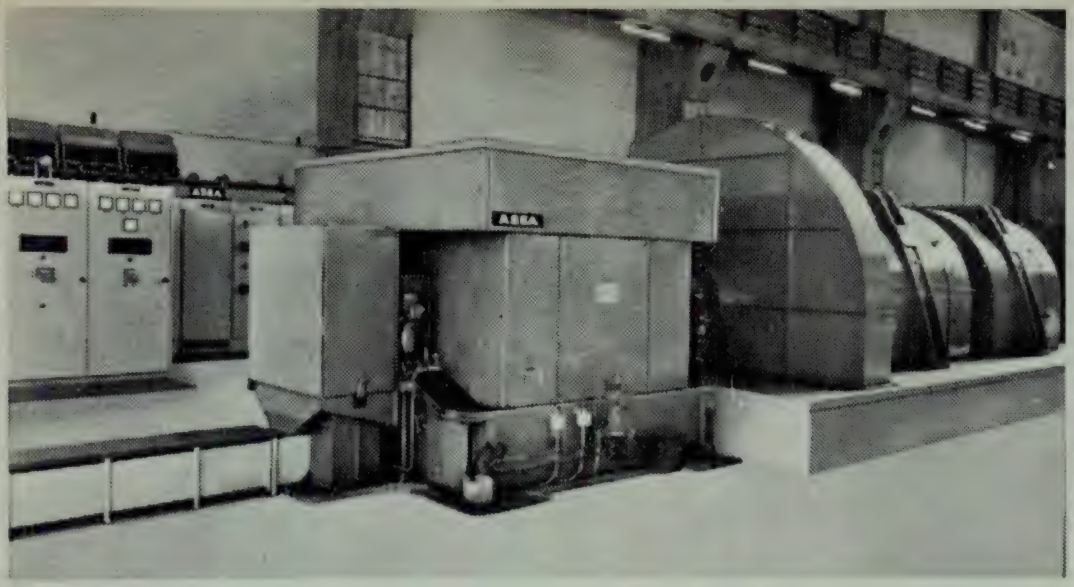
Industrie Chimique Belge, 7 e 8-968, vol. 7-8, t. 33, pág. 655-668.

O artigo apresenta um resumo dos diferentes processos que são utilizados no comércio para gaseificar os óleos.

Os aspectos termodinâmicos e cinéticos de gaseificação dos óleos são estudados com um relevo particular para o processo de oxidação parcial.

Refere-se a experiência industrial, adquirida pelo processo de gaseificação Shell.

# SIDERURGIA NACIONAL




**EQUIPAMENTO PARA ACCIONAMENTO DE UM TREM DE BLOCOS FORNECIDO E MONTADO PELA**

# ASEA ELÉCTRICA, LDA.

CONSTITUÍDO POR:

- Motor principal de corrente contínua, 4.400 kW, 80 160 R.P.M., 800 V, 150 Tm.
- Conversor rotativo (Ilgner) com motor de corrente alternada de rotor bobinado, 3.400 kW, 740 R.P.M., 6 kV, volante de inércia com 120.000 kgm² e dois geradores de corrente contínua de 2.330 kW, 740 R.P.M., 400 V.
- Equipamento de ventilação para refrigeração do motor principal e do conversor.
- Rectificadores de "Thyristors" para a excitação do motor principal e dos geradores, com a respectiva aparelhagem de regulação.
- Equipamento eléctrico para a maquinaria de "Screw-down" e bombas de óleo.
- Quadros eléctricos de comando, protecção e controle.

MARCA - A E E - 1

UMA FORÇA CRIADORA
NO DOMÍNIO
DA ELECTRICIDADE

ASEA ELÉCTRICA LDA.
Estrada do Prior Velho - Tel. 251 11 01 - SACAVÉM • Rua do Campo Alegre, 144 - Tel. 6 72 39 - PORTO

# somague

barragens — portos — construção industrial

O PONTO CHAVE DA CONSTRUÇÃO

construção civil — túneis — pontes — estradas

SOMAGUE

SOCIEDADE DE EMPREITADAS
MONIZ DA MAIA & VAZ GUEDES S.A.R.L.
Rua Carlos Testa-1 LISBOA-1 telefone: PPC/A 562481

Só

# Araldite - o ligante mais forte que se conhece

Liga para sempre
Aço
Metais
Vidro
Borracha
Cerâmica
Plásticos
(não maleável)
e todo o material de uso corrente

★ Indispensável em casa e na oficina, **ARALDITE**, o ligante do engenheiro, usado na aviação a jacto.

★ Liga materiais da mesma natureza e de natureza diferente.

**Um produto suíço da CIBA**

Resiste a
Calor
Humidade
Solventes
Ácidos

À VENDA NAS DROGARIAS E PAPELARIAS

# Nem em toda a parte a espuma é tão útil

Frequentemente a espuma perturba o decurso da produção e impede o completo aproveitamento da capacidade. Contra isso os

**Anti-Espumantes Silicone Wacker**

são eficientes. Impedem a formação de éspuma e combatem a espuma em meios quer aquosos quer não aquosos. Os Anti-Espumantes Silicone Wacker mostram mesmo em fortes diluições (até 1 : 1 milhão) resultados excelentes. Os Anti-Espumantes Silicone Wacker são aplicáveis por exemplo nas indústrias de óleos, papel, têxtil, na preparação de tintas e vernizes, em processos de fermentação e destilações a vácuo, em trabalhos com emulsões, sabões e detergentes, e outros mais.

**WACKER**

Escreva-nos por favor. Nós dar-lhes-emos informações complementares e poremos amostras à sua disposição.

**WACKER-CHEMIE GMBH MÜNCHEN**
Alemanha

Em Portugal:
**Hoechst Portuguesa, Lda.**
Avenida Sidónio Pais, 379 - Tel. 67051 - Porto
Avenida Duque d'Avila, 169-1° - Tel. 45141 - Lisboa

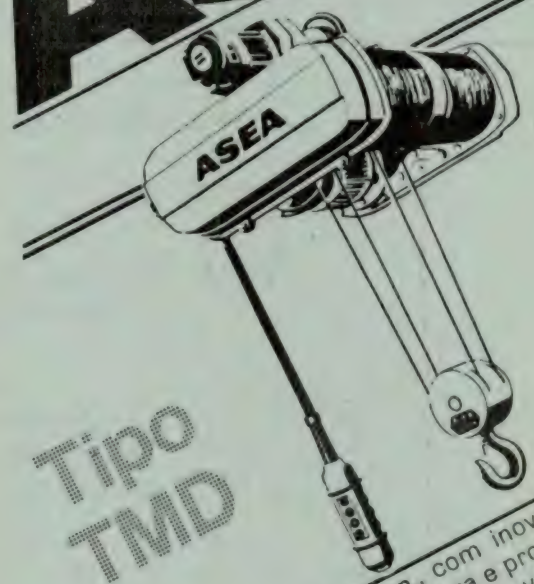
No Brasil:
**Hoechst do Brasil Quimica e Farmacêutica S. A.**
Rua Braulio Gomes, 36 - C. P. 6280 - São Paulo

S 5066

MARCA AE 5

Uma força criadora no dominio da electricidade

diferenciais ASEA




Tipo TMD

Para cargas de 0,5 a 16 ton., com inovações patenteadas no comando, estrutura e protecção de sobrecarga. Eficientes, robustos, versáteis, económicos e de fácil manutenção.

**ASEA ELÉCTRICA LDA.**

Estrada do Prior Velho
Tel. 2511101 (5 linhas)
SACAVÉM

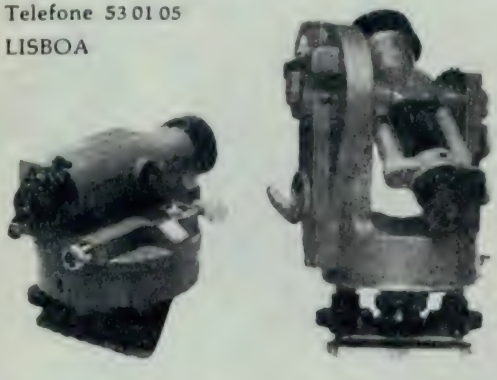
R. do Campo Alegre, 144
Tel. 67239
PORTO

# Miller
# Níveis e Teodolitos

**Os melhores preços do mercado**
**Assistência Técnica Garantida**

Representante exclusivo:

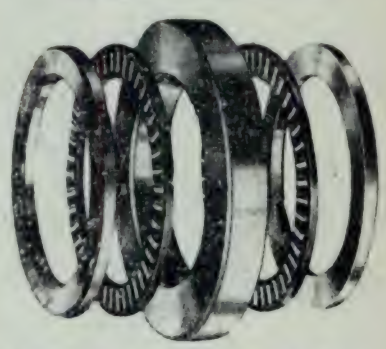
Nucleon - Equipamentos de Precisão, Lda.
Av. António Augusto de Aguiar, 165, r/c - Dto.
Telefone 53 01 05
LISBOA



**Rolamentos de Agulhas**
SCHAEFFLER, LDA.

**ROLAMENTOS AXIAIS DE ROLOS CILÍNDRICOS DE ACÇÃO DUPLA, CENTRAGEM EXTERNA**

São Rolamentos combinados compondo-se de discos intermediários bloqueado e externamente centrado, de gaiolas axiais com rolos cilíndricos e de discos de veio. Diâmetros de veio de 15 a 160 mm conforme os tipos de catálogo. Nas mesmas medidas, rolamentos axiais com agulhas de acção dupla.



Rua Sá da Bandeira, 790 • Telefones: 21 157/8/9 • PORTO
Av. Ant. Aug. de Aguiar, 148-D • Telefone 56 14 89 • LISBOA

**FUNDAMENTOS DE RADIOCOMUNICAÇÕES**
pelo Prof. Abreu Faro
Preço 30$00

**GUIA DE ANÁLISE QUÍMICA DAS ÁGUAS**
Pelo Prof. Herculano de Carvalho
Preço 90$00

**TOPOGRAFIA GERAL**
pelo Eng.º A. C. Xerez
1.º Volume — 2.ª edição revista e aumentada
2.º » — 2.ª » » » »
Preço de cada volume 150$00

**CÁLCULO DE PÓRTICOS**
por G. Kani
Preço 50$00

**DICIONÁRIO DE UNIDADES E TABELAS DE CONVERSÃO**
pelo Eng. Vasco Costa e Osvaldo Francês
Preço 35$00

Pedidos à "Técnica"
**Desconto: 10 % aos assinantes**

# LISTA CLASSIFICADA DE ANÚNCIOS

Neste número continua a «Técnica» a sua secção de publicidade — a *lista classificada de anúncios* — destinada a facilitar a procura por parte dos clientes.

Estas páginas amarelas ficam abertas aos nossos leitores, que nelas podem anunciar a sua firma e endereço, ao preço de 50$00 por número. Quanto aos nossos anunciantes, é com muito gosto que lhes concedemos grátis a inscrição na lista.

## CONSTRUÇÃO CIVIL

### CONSTRUTORES CIVIS

— **Construções Técnicas, Lda.**
P. do Município, 13-3.º — Tel. 36 65 06

— **Fundações Franki**
R. Braamcamp, 13-3.º — Lisboa — Tel. 73 41 12.

— **Soc. Const. Amadeu Gaudencio, Ld.ª**
R. Dr. Alexandre Braga, 4-A — Lisboa
Telef. 4 31 91 — 92 — 93.

— **Soc. de Pré-Fabricação e Obras Gerais Novobra**
Av. Estados Unidos da América, 100-5.º D
— Telef. 77 48 32 / 76 64 46 — Lisboa 5

— **SOMAGUE**
R. Carlos Testa, 1 — Tel. 56 24 81 — Lisboa 1

### ESCAVADORAS E TRACTORES

— **Guedes & Almeida**
Rua Aurea, 181-2.º— Tel. 32 78 45 — Lisboa 2

— **S. T. E. T. — Soc. Técnica de Equipamentos e Tractores, Ld.ª**
Prior Velho — Sacavém — Tel. 2 51 00 01/4.

### FUNDAÇÕES

— **Construções Técnicas, Lda.**
Pr. do Município, 13-3.º — Tel. 36 65 06

— **Empresa de Sondagens e Fundações Teixeira Duarte, Ld.ª**
Av. da República, 42-8.º
— Telef. 77 70 86/7 e 77 12 65 — Lisboa

— **Empresa Ultramarina de Sondagens e Fundações**
R. S. Pedro de Alcantara, 1 — Tel. 32 46 93 e 21 32 56 — Lisboa — Luanda — Lourenço Marques — Beira.

— **Fundações Franki, Lda.**
R. Braamcamp, 13-3.º — Lisboa — Tel. 53 41 12.

— **Johann Keller**
R. dos Bem Lembrados - Cascais — Tel. 28 01 46

— **Sondagens e Fundações, A. Cavaco, Lda.**
R. Rodrigo da Fonseca, 62-r/c — Lisboa 1
Tel. 56 11 71/72/73.

— **Sondagens Ródio**
Rua de S. Bento, 644-3.º — Lisboa
Tel. 68 80 96/7/8

— **Sopecate**
R. do Arsenal, 146, 2.º — Lisboa.
Tel. 3 40 10 - 32 02 08

### IMPERMEABILIZAÇÃO

— **Empresa de Produtos Asfálticos**
R. Filipe Folque, 10-1.º — Lisboa — Tel. 73 01 56.

### INSTRUMENTOS DE PRECISÃO

— **Centro Técnico Hospitalar Divisão Zeiss**
Av. da República, 84 — Tels. 77 81 66/7 — Lisboa

— **Nucleon**
Av. António Augusto de Aguiar, 165, r/c.-Dt.
Tel. 53 01 05 — Lisboa

— **Wild Portugal, Ld.ª**
Praça das Águas Livres, 8, s/l 6 — Lisboa 2 — Tel. 68 91 12.

### ISOLAMENTO TÉRMICO E ACÚSTICO

— **Isola**
Av. António Augusto de Aguiar, 17-2.º e 3.º Lx.

— **SETH, Ld.ª**
R. Filipe Folque, 10-1.º — Lisboa — Tel. 73 01 56

### SONDAGENS

— **Construções Técnicas, Lda.**
Pr. do Município, 13-3.º — Tel. 36 65 06

— **Empresa de Sondagens e Fundações Teixeira Duarte, Ld.ª**
Avenida da República, 42-8.º
Telef. 77 70 86/7 e 77 12 65 — Lisboa

— **Empresa Ultramarina de Sondagens e Fundações**
R. S. Pedro de Alcântara, 1 — Tel. 32 46 93 e 21 13 56 — Lisboa — Luanda — Lourenço Marques — Beira.

— **Fundações Franki, Lda.**
R. Braamcamp, 13-3.º — Lisboa — Tel. 53 41 12

— **Johann Keller**
R. dos Bem Lembrados - Cascais — Tel. 28 01 46

— **Sondagens e Fundações, A. Cavaco, Lda.**
R. Rodrigo da Fonseca, 62-r/c — Lisboa 1
Tel. 56 11 71/72/73.

— **Sondagens Ródio, Ld.ª**
Rua de S. Bento, 664-3.º — Lisboa
Tel. 68 80 96/7/8.

— **Sopecate**
R. do Arsenal, 146-2.º — Lisboa.
Tel. 3 40 10 — 32 02 08

## CONSTRUÇÕES METALO-MECANICAS

### CONSTRUTORES METALO-MECÂNICOS

— **COMETNA**
R. Academia das Ciências, 5
Tel. 32 00 11 — Lisboa

— **Construções Metalo-mecânicas MAGUE Ld.ª** — Alverca

— **Mendes de Almeida, Lda.**
Av. 24 de Julho, 52-A-G — Telef. 66 67 10 — Lisboa

— **Sociedade Industrial Metalúrgica**
R. de S. Tiago, 1

## EQUIPAMENTO ELECTRICO

— **ASEA**
Estrada do Prior Velho — Tel. 251 11 01
— Sacavém
R. do Campo Alegre, 144 — Porto — Tel. 62 106/9

— **Electrotécnicos Reunidos**
Avenida João XXI, 64 — Lisboa.

— **FRAPIL**
Cais de São Roque — Aveiro — Tel. 23071

— **J. F. de Azevedo e Silva & C.ª, Ld.ª**
Rua S. Francisco Sales, 2, 1.º — Tel. 65 41 65 — Lisboa.

— **Hidrel**
R. do Alecrim, 47-A-B
Tels. 32 57 00 - 3 59 66 — Lisboa

— **Jayme da Costa, Ld.ª**
R. dos Correeiros, 14 — Lisboa — Tel. 32 70 35
Praça da Batalha, 12 — Porto — Tel. 2 28 12.
Cx. Postal 5174 — Luanda — Tel. 47 43.

— **Philips Portuguesa**
R. Joaquim António de Aguiar, 66 Lisboa

— **Siemens — Companhia de Electricidade**
Avenida Almirante Reis, 65
Telef. 53 69 21/0 — Lisboa

— **Soc. de Elec. Brown Boveri**
R. Sá da Bandeira, 481-2.º — Tel. 2 34 11 — Porto

— **Sociedade Michäelis de Vasconcelos, Ld. — Oerlikon**
Av. Marquês de Tomar, 94 — Lisboa.
P. da Liberdade, 114 — Porto.

— **União Eléctrica Portuguesa**
R. Alexandre Herculano, 244 — Porto.
R. Rosa Araújo, 35 — Lisboa.

### DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA

— **União Eléctrica Portuguesa**
R. Alexandre Herculano, 244 — Porto.
R. Rosa Araújo, 35 — Lisboa.

### ELÉCTRODOS

— **Electro-Arco, Ld.ª**
R. Silva Carvalho. 220 — Lisboa — Tel. 68 364[illegible].
R. do Bolhão, 216 — Porto — Tel. 2 12 77.

### INSTALAÇOES

— **ASEA**
Estrada do Prior Velho — Tel. 251 11 01
— Sacavém
R. do Campo Alegre, 144 — Porto — Tel. 62 106/9

— **Isolux, Lda.**
R. Gonçalves Crespo, 33, 3.º — Lisboa
R. de Sá da Bandeira, 551, 4.º — Porto.

— **J. F. de Azevedo e Silva & C.ª, Ld.ª**
Rua S. Francisco Sales, 2, 1.º — Tel. 65 41 65 — Lisboa.

— **J. Roma**
Praça da Figueira, 86/51/2/3 — Lx.

— **Jayme da Costa, Ld.ª**
R. dos Correeiros, 14 — Lisboa — Tel. 32 70 35.
Praça da Batalha, 12 — Porto — Tel. 2 28 12.
Cx. Postal 5174 — Luanda — Tel. 47 43.

— **Siemens — Companhia de Electricidade**
Avenida Almirante Reis, 65
Telef. 65 41 65 — Lisboa.

— **Standard Electrica**
Av. da Índia — Tel. 63 81 71 — Lx.

## ISOLAMENTOS

— **Empresa Electro-Cerâmica, S.A.R.L.**
L. Barão de Quintela.

## SOLDADURAS

— **Electro Arco**
R. Silva Carvalho, 239 — Lisboa
R. do Bolhão, 216 — Porto

— **J. Roma**
Praça da Figueira, 86/51/2/3 — Lx.

## TELECOMUNICAÇOES

— **Empresa Técnica de Equipamentos Eléctricos, S.A.R.L.**
R. Rodrigo da Fonseca, 110, r/c — Lisboa — Tel. 68 60 72.
R. Sá da Bandeira, 766-1.° E — Porto — Tel. 2 48 18

— **Standard Electrica**
Av. Índia — Tel. 63 81 71 — Lx.

# EQUIPAMENTO INDUSTRIAL

— **CIMAF - Centro de Cooperação dos Industriais de Máquinas - Ferramentas**
R. Manuel Pinto de Azevedo, 439
Tel. 6 41 53 — Porto

— **COMETNA**
Rua Academia das Ciências, 5
Tel. 32 00 11 — Lisboa

— **Construções Metalo-Mecânicas Mague, Lda.**
Alverca do Ribatejo

— **DEMAG — Soc. Comercial Romar**
Trav. da Galé, 9 — Tel. 63 56 70 — Lisboa.
Santa Iria de Azoia

— **Frapil**
Cais de São Roque — Aveiro — Tel. 230 71

— **Guedes & Almeida, Lda,**
R. Aurea, 181-2.° — Tel. 32 78 45 — Lisboa

— **Hidrel**
R. do Alecrim, 47-A-B
Tels. 32 57 00 - 3 59 66 — Lisboa

— **Kendal & Pinto Basto & C.°, Lda.**
R. Nova da Alfândega, 7-12 - Tel. 2 84 21 — Porto
Av. 24 de Julho, 1 — Tel. 36 15 81 — Lisboa

— **Mendes de Almeida, Lda.**
Av. 24 de Julho, 52-A-G — Tel. 66 67 10 — Lisboa

## CORRENTES

— **Auto - Lusitania**
Av. da Liberdade, 73 - 79 — Lisboa.

— **Harker Sumner**
L. do Corpo Santo, 18
Tel. 32 48 23 — Lisboa.

— **INA — Rolamentos de Agulhas**
Schaeffler, Lda — R. Sá da Bandeira, 740 — Porto.
Tel· 2115 7/8/9.

# INDÚSTRIAS QUÍMICAS

— **Hoechst Portuguesa, Lda.**
Av. Sidónio Paes, 379 — Tel. 6 70 51 — Porto
Av. Duque de Avila, 169-1. — Tel. 4 51 41 — Lisboa

## COLAS

— **Araldite - Produtos Ciba, Lda.**
Lisboa

## FELTROS

— **FANAFEL — Fábrica Nacional de Feltros Industriais**
Estrada de S. João — Ovar

## TEXTEIS

— **FANAFEL — Fábrica Nacional de Feltros Industriais, Ld.ª**
Estrada de S. João — Ovar.

# LIVROS TÉCNICOS

— **TÉCNICA**
Avenida Rovisco Pais — Lisboa
Tel. 77 54 49

# MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

## AÇOS ESPECIAIS

— **A. Johnson & C.ª (Portugal), Ld.ª**
P. José Fontana, 11-1.° — Lisboa — Tel. 53 70 15/ /6/7/8.
R. Dr. António Granjo, 160/168-Porto-Tel. 5 46 69

— **Companhia Portuguesa de Trefilaria**
R. do Instituto Industrial, 18-1.°, Dt.° — Lisboa
Tel. 67 12 24/5.

— **Heliaço**
R. S. Julião, 41-4.° — Tel. 36 78 17 — Lisboa.

— **PRISMA**
R. D· Luis I, 20 Lisboa Tel. 67 01 76

## BETÃO

— **Companhia Portuguesa de Trefilaria**
R. do Instituto Industrial, 18-1.°, Dt.° — Lisboa
Tel. 67 12 24/5.
Lisboa 1

— **Empresa Cimentos de Leiria**
R. Braamcamp, 7 — Lisboa. — Tel. 5 91 61/66.

— **Heliaço**
R. S. Julião, 41-4.º — Tel. 36 78 17 — Lisboa.

— **PRISMA**
R. D. Luis I, 20 Lisboa. Tel. 67 01 76

— **Sociedade Portuguesa CAVAN**
R. de D. Estefânia, 94-A — Lisboa — Tel. 4 78 12 e 5 01 29.

## CIMENTOS

— **AGUIAR E MELO, LDA.**
Praç. do Município, 13-1.º — Tel. 82 11 51/2 Lx.

— **CIBRA — Cimentos Brancos**
Tv. do Corpo Santo, 15 — Lisboa — Tel. 32 04 64.
R. do Bonjardim, 205 — Porto — Tel. 2 57 79.

— **Empresa de Cimentos de Leiria**
R. Braamcamp, 7 — Lisboa — Tel. 5 91 61/66.

— **Secil**
R. do Comércio, 156—Lisboa 2 —Tel. 32 82 01/2/3

## MATERIAIS PRÉ ESFORÇADOS

— **Soc. de Pré-fabricação e Obras Gerais Novobra, Ld.ª**
Av. E. U. da América, 100-5.º-E.
Tel. 77 48 32/ 76 64 46 — Lisboa.

# ARTIGOS DE ESCRITÓRIO E ESCOLAR

## MATERIAL DE DESENHO E TOPOGRÁFICO

— **Centro Técnico Hospitalar Divisão Zeiss**
Av. da República, 84 — Tel. 77 81 66/7 — Lisboa

— **J. J. Silva & Irmão, Lda.**
Rua Silva Carvalho, 232-B — Lisboa
Tel. 65 27 50 / 68 06 71

— **Nucleon**
Av. António Augusto de Aguiar, 165, r/c.-Dt.
Tel. 53 01 05 — Lisboa

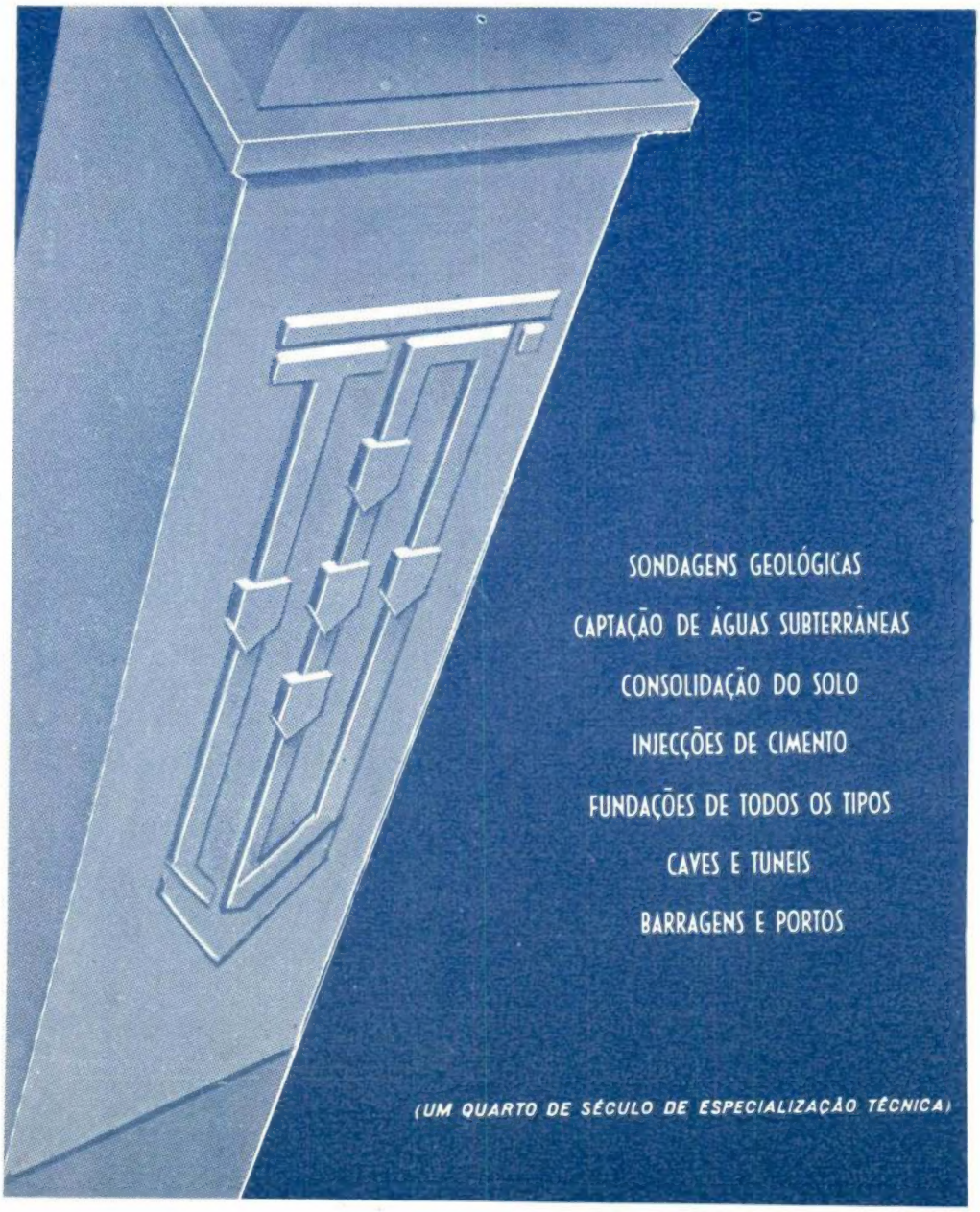
— **Wild Portugal**
Praça das Águas Livres, 8-s/l.
Tel. 98 91 12 — Lisboa.

# Empresa de Sondagens e Fundações

# TEIXEIRA DUARTE, L.DA

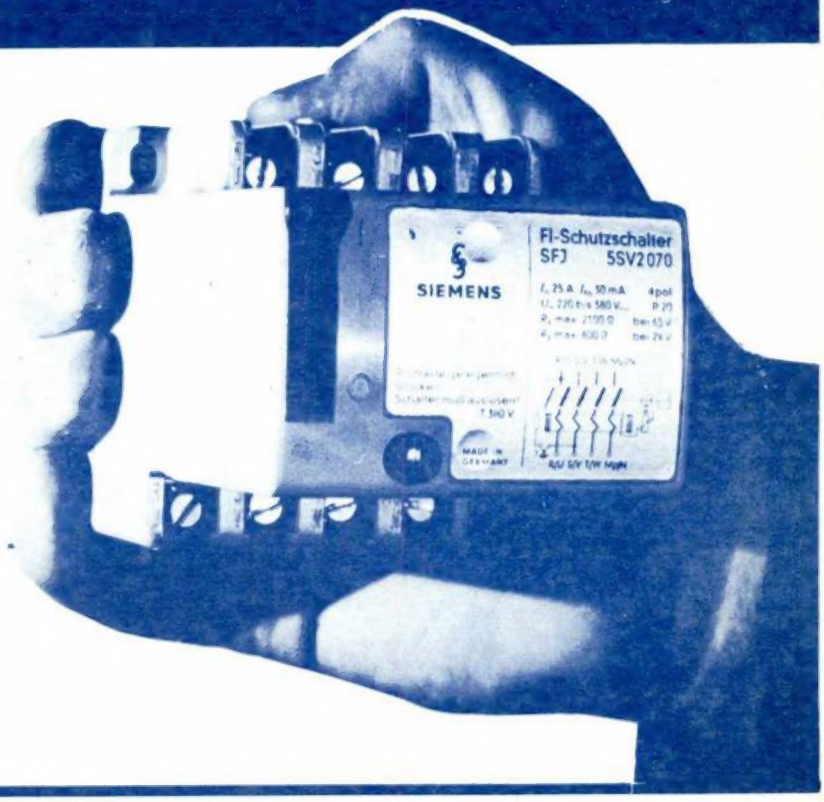
AV. DA REPÚBLICA, 42, 8.º
TELEFS. 77 70 86/7 e 77 12 65

**LISBOA**



SIEMENS

# NOVO SUPERSENSÍVEL DISJUNTOR DE CORRENTE DE DEFEITO




## COM INTENSIDADE NOMINAL DE

# 30 mA

### PROTEGE

- pessoas e animais contra tensões de contacto excessivamente elevadas em aparelhagem deficientemente isolada e ligada à terra.
- em caso de interrupção de cabos ou de troca do condutor principal pelo condutor de protecção, ou ainda, troca entre o condutor de protecção e o neutro — sempre, portanto, que uma corrente perigosa passa, através do corpo humano, à terra.

### GARANTE

- maiores resistências de terra que nos aparelhos de protecção tradicionais:

  2 160 Ω para $V_B$ (tensão de contacto) = 65 V (protecção para pessoas).
  800 Ω para $V_B$ (tensão de contacto) = 24 V (protecção para animais).
- uma supersensibilidade (dispara para correntes de defeito entre 15 e 30 mA segundo as prescrições VDE 0100) e um poder de corte de 1 500 A, além de uma duração de vida eléctrica de 20 000 manobras à corrente nominal.

Peça catálogos ou esclarecimentos à secção Técnica da

SIEMENS-COMPANHIA DE ELECTRICIDADE, S.A.R.L.

LISBOA-1 — AV. ALMIRANTE REIS, 65 — TEL. 53 69 21/0 • PORTO — RUA DAS CARMELITAS, 26 - 2.º — TEL. 2 89 43/7